GRUPO FAMETRO

SABERES DA ENGENHARIA

Uma Contribuição para a Sociedade

ORGANIZADORES

FABRÍCIO DE AMORIM RODRIGUEZ

SARA DOS SANTOS SANTARÉM

LUCIANE FARIAS RIBAS

VOLUME 5

Editora Poisson

Fabrício de Amorim Rodrigues
Luciane Farias Ribas
Organizadores

Saberes da Engenharia: Uma contribuição para a sociedade Volume 5

1ª Edição

Belo Horizonte
Editora Poisson
2024

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial
Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Ms. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
MSc. Fabiane dos Santos
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy
Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S115
Saberes da Engenharia: Uma contribuição para a sociedade - Volume 5/ Organização: Fabrício de Amorim Rodrigues, Luciane Farias Ribas. Belo Horizonte – MG: Editora Poisson, 2024

Formato: PDF
ISBN: 978-65-5866-421-5
DOI: 10.36229/978-65-5866-421-5

Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia

1. Engenharia Civil 2. Inovação. 3. Tecnologia
I. RODRIGUES, Fabrício de Amorim II. RIBAS, Luciane Faria III. Título

CDD-620

Sônia Márcia Soares de Moura – CRB 6/1896

O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.
Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Esse e outros títulos podem ser baixados gratuitamente em www.poisson.com.br
Entre em contato pelo contato@poisson.com.br

Organizadores

Fabrício de Amorim Rodrigues

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Estado do Amazonas (2008) e mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Amazonas (2015). E atualmente coordena do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Fametro. Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo Possui graduação em Economia, mestrado em Desenvolvimento Regional e doutorado em Ciências da Educação. Atualmente é Coordenadora de Pesquisa e Extensão do Instituto Metropolitano de Ensino-IME, atuando principalmente nos seguintes temas: Sustentabilidade, Pesquisa, Iniciação Cientifica, Articulação entre Pesquisa, Ensino e Extensão. Autora do Projeto Produzir e Publicar.

Luciane Farias Ribas

Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de janeiro. Desenvolve pesquisas na área de Engenharia civil, com ênfase em estruturas e materiais de construção, principalmente na pesquisa dos seguintes temas: Beneficiamento e reaproveitamento de resíduos de construções e demolições, argamassas, concreto de alto desempenho, concreto autoadensável, concreto leve, concreto reforçado com fibras e técnicas de microanalise de materiais. Atua, também, em trabalhos na área de gestão na construção civil, Modelagem da informação na Construção Civl (Building Information Modeling - BIM) e Construção Enxuta (Lean Construction). Busca sempre alinhar suas pesquisa para produzir conhecimento que promova o desenvolvimento sustentável no ambiente construído e urbano.

Prefácio

A coletânea Saberes da Engenharia: Uma contribuição para a sociedade foi organizada baseada nas propostas dos discentes do curso de engenharia civil da turma de 2022 os quais tiveram a liberdade de escolher o tema de preferencia para seus artigos. Essa abordagem metodológica almejava reunir os temas de interesse desses alunos os quais foram despertados ao longo do curso. Assim, buscou-se maior engajamento do discente na produção do conteúdo, o que muitas vezes é um dos maiores obstáculos na escrita de trabalhos de conclusão de curso. Acreditou-se que um aluno encorajado a desenvolver um tema de sua preferência tivesse maior motivação para buscar o conteúdo e não criar obstáculos para a escrita acadêmica.

Foi um grande desafio para o professor orientar os alunos em seus artigos devido ao numero de discentes, sendo esta turma uma das mais numeros, 68 discentes. Quando o discente escolhe o tema de preferência, ele adquiri autonomia e a orientação fica mais eficiente. É esperado que os discentes tenham maior preferência por temas relacionados ao campo de pavimentação, isso pode ser comprovado nos volumes anteriores da coletânea. Um dos temas que mais os discentes sentem-se confortáveis a desenvolver é patologia, acredita-se que seja por razão de um tema muito prático, ou seja, muito fácil de os discentes vivenciarem. As patologias estão em todo lugar.

No entanto, neste volume da coletânea os artigos selecionados apresentaram temas diversificados. Evidente que patologia e pavimentação estão presentes, mas foram abordados de forma inovadora. Alguns temas atipicos se destacaram como denagem de campo de futebol, acessibilidade, lean construction, monotrilho entre outros.

Espera-se que neste volume esses temas despertem novas abordagens e mais temas inovadores sejam propostos para os próximos e-books.

Prof.º M.Sc. Eng.º Fabrício de Amorim Rodrigues

Coordenador do curso de Engenharia Civil

SUMÁRIO

Capítulo 1: Análise do processo executivo de tapa-buraco em pavimentos flexíveis e as críticas sobre o seu custo benefício para cidade de Manaus 08

Anderson Douglas Reis Nery

DOI: 10.36229/978-65-5866-421-5.CAP.01

Capítulo 2: Avaliação do conhecimento dos acadêmicos finalistas de engenharia civil sobre tecnologia da informação e Building Information Modeling- BIM em uma faculdade de Manaus..... 29

Antônio Ivaurio Martins Costa de Freitas Neto

DOI: 10.36229/978-65-5866-421-5.CAP.02

Capítulo 3: Industrialização na construção civil com o uso de kits elétricos pré-fabricados 42

Beatriz Souza Nascimento

DOI: 10.36229/978-65-5866-421-5.CAP.03

Capítulo 4: Implantação de acessibilidade em pontos turisticos no municipio de Rio Preto da Eva/AM..... 53

Iuri Freitas de Souza

DOI: 10.36229/978-65-5866-421-5.CAP.04

Capítulo 5: Trabalho em altura na construção civil: um estudo sistemático sobre as medidas preventivas de segurança do trabalho..... 69

Júlio Augusto Barbosa dos Santos Júnior

DOI: 10.36229/978-65-5866-421-5.CAP.05

Capítulo 6: Resíduos de madeira da construção civil como fonte de energia renovável no polo oleiro do municipio de Iranduba/AM..... 81

Luiz Alberto Marques Ferreira Junior

DOI: 10.36229/978-65-5866-421-5.CAP.06

Capítulo 7: Estudo de viabilidade de implementação de monotrilho em Manaus/AM 95

Mateus dos Santos Machado

DOI: 10.36229/978-65-5866-421-5.CAP.07

SUMÁRIO

Capítulo 8: Processo de implantação do projeto do Porto de Alvarães 106

Ritchie Flores Mendes

DOI: 10.36229/978-65-5866-421-5.CAP.08

Capítulo 9: Planejamento e gerenciamento de obras: um estudo de caso da reforma e ampliação de um centro cultural 119

Vandreo Guimarães Aguiar Barroso

DOI: 10.36229/978-65-5866-421-5.CAP.09

Capítulo 10: Concreto com fibra de vidro 132

Washington Duarte Ferreira

DOI: 10.36229/978-65-5866-421-5.CAP.10

Capítulo 1

Análise do processo executivo de tapa-buraco em pavimentos flexíveis e as críticas sobre o seu custo benefício para cidade de Manaus

Anderson Douglas Reis Nery

Resumo: O presente estudo tem como objetivo analisar o processo executivo de tapa-buraco em vias pavimentadas da cidade de Manaus, ponderando críticas a respeito do custo benefício da pavimentação flexível da cidade. Para alcançar esse objetivou foram identificadas as patologias encontradas nos pavimentos flexíveis; descrito o processo executivo de tapa-buraco de acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfáltico do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e apresentada uma avaliação crítica sobre os parâmetros que evidenciem a ausência da análise custo benefício desse processo na pavimentação flexível para a estrutura das vias de Manaus. O estado dos pavimentos expõe os processos relacionados ao meio ambiente e o grau de degradação causado pelo uso contínuo do trânsito. Nesse contexto, é necessário que se aplique uma conservação preventiva e periódica com o objetivo de evitar o surgimento ou agravamento de defeitos, trata-se de tarefas requeridas durante o ano, mas cuja frequência de execução depende do trânsito, topografia e clima, logo, a operação de tapa-buraco ocorre em sua maioria para tapar buracos ou panelas presentes nos pavimentos flexíveis. Pelas visitas em alguns bairros da área urbana da cidade constatou-se inúmeras vias com trechos recuperados. O órgão municipal por meio da secretaria municipal de obras vem realizando diariamente serviços não somente de recapeamento de pavimentos flexíveis, mas serviços de tapa-buraco. No entanto apesar das peculiaridades da região, procura-se atender em sua totalidade as prescrições e especificações do Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT, proporcionando as vias urbanas trafegabilidade.

Palavras-chave: Pavimento Flexível. Processo Executivo. Tapa Buraco.

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização da cidade de Manaus é variante do crescimento populacional que vem ocorrendo na cidade nas últimas décadas. A mudança influencia desde as características da superfície à troca de vegetação e áreas verdes por construções e pavimentação. Demandando assim, um aumento de demanda de infraestrutura da cidade como um todo.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2020), Manaus é a maior capital de toda Região Norte, com uma população estimada em 2.219.580 habitantes, com uma área territorial de 11.401,092 km^2. Logo, é possível notar que há um crescimento urbano ocorrendo, sem planejamento apropriado, provocando uma questão de infraestrutura urbana espantosa à cidade de Manaus.

Nesse contexto, é necessário compreender a infraestrutura urbana. Partindo dessa premissa, a problemática observada se dá devido ao aumento da demanda por pavimentação. Visto que, os pavimentos asfálticos são mais suscetíveis a falhas superficiais e estruturais, e que fatores como, o clima, o terreno e as técnicas mal executadas de construção do pavimento asfáltico são algumas das causas das patologias que surgem no pavimento. Logo, faz-se necessário a aplicabilidade de técnicas que visem suprir a infraestrutura urbana.

Assim, têm-se a seguinte indagação: "Como ocorre o processo de execução do tapa-buraco em Manaus e quais os seus custos benefícios acerca da pavimentação flexível para cidade?"

As operações de tapa-buraco na cidade de Manaus, são medidas de correção de falhas estruturais nos pavimentos. Logo, trata-se de uma maneira encontrada para diminuir as patologias encontradas na pavimentação asfáltica e/ou flexível da cidade, que é gerada devido à alta pluviosidade e amplitude térmica da região amazônica.

Desta maneira, considerando que os defeitos em pavimentos flexíveis podem ocorrer a médio e longo prazo devido ao tráfego e efeitos climáticos, também podem aparecer prematuramente e afetar a vida útil do pavimento, principalmente devido a erros ou falhas de projeto de pavimentação. Os principais erros ou deficiências que podem ocorrer na implementação são: erros de projeto, seleção de material, erros ou deficiências de dosagem ou produção, erros ou deficiências construtivas e alternativas de proteção e manutenção.

Para tanto, as operações de execuções de tapa-buraco na cidade de Manaus tratam-se de medidas realizadas para correção de falhas estruturais nos pavimentos da cidade. Logo, trata-se de uma maneira encontrada para diminuir as patologias encontradas na pavimentação asfáltica e/ou flexível da cidade, que é gerada devido a alta pluviosidade e amplitude térmica da região amazônica.

Portanto, o presente estudo tem como objetivo analisar o processo executivo de tapa-buraco em vias pavimentadas da cidade de Manaus, ponderando críticas a respeito do custo benefício da pavimentação flexível da cidade. E especificamente, descrever as patologias encontradas nos pavimentos flexíveis; delinear como ocorre o processo executivo de tapa-buraco de acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfáltico do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT); e criticar parâmetros que evidenciem a ausência de custo benefício da pavimentação flexível para a estrutura das vias de Manaus.

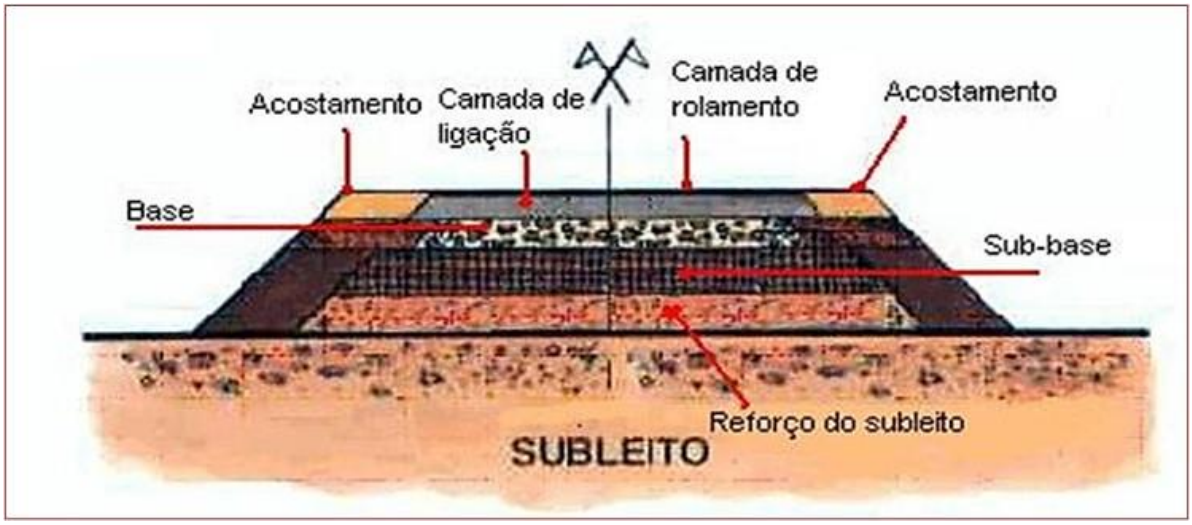
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. PAVIMENTO FLEXÍVEL E SUA ESTRUTURA

De acordo com Tavares et al (2005), o pavimento é composto por camadas, em que materiais de distintas resistências e deformabilidades são postos em contato, derivando daí um elevado grau de complexidade no que diz respeito ao cálculo de tensões e deformações. Nesse contexto, para que seja possível uma pavimentação faz-se necessário realizar a terraplanagem, com o intuito de alinhar não somente a área a ser pavimentada, mas dar estabilidade a partir da compactação do terreno.

Os pavimentos flexíveis são pavimentações que possuem elasticidade e sofrem impacto em todas as camadas estruturais. Logo, quando exposto a pressão exercida pela carga dos veículos na superfície o impacto se alastra em todo o contexto da superestrutura. Essas estruturas, em geral, são formadas por blindagem asfáltica, base granular ou solo predregulhoso, sub-base, reforço do subleito e regularização do subleito (que mesmo não sendo uma camada, é fundamental para estruturação do tipo de pavimento) (DNIT, 2006). Conforme a Figura 1.

Figura 1 – Estrutura de Pavimento Flexível.

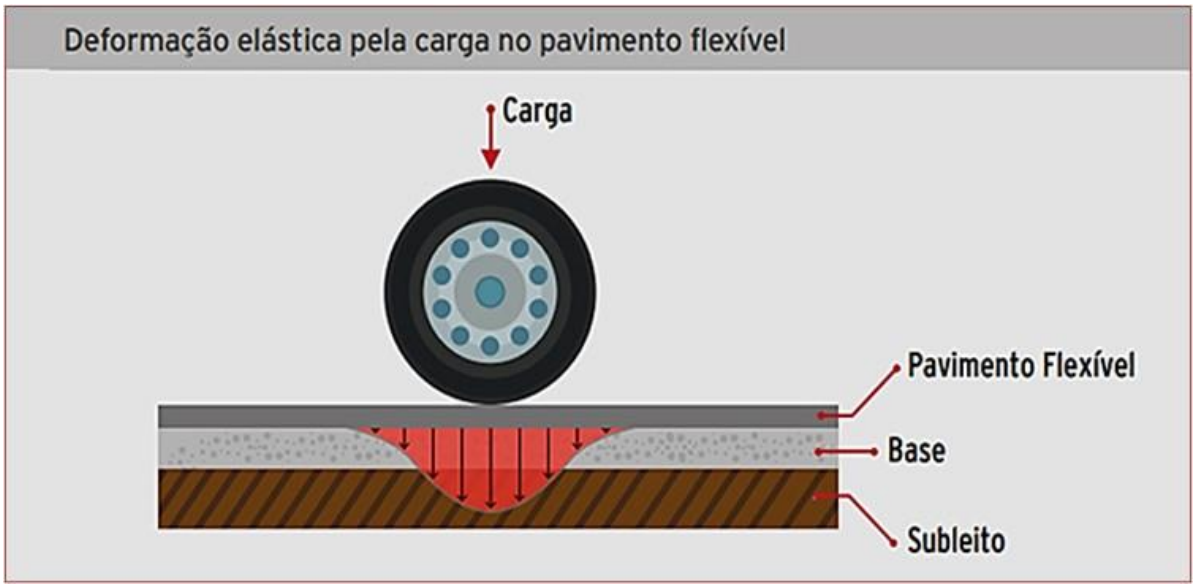


Fonte: Andrade (2017).

As camadas dos pavimentos flexíveis são o revestimento, base, sub-base e o reforço do subleito. Deste modo, o revestimento é a camada que tem o contato direto com os veículos, tanto de modo vertical quanto horizontal dos veículos; a base, é a camada proposta a receber o revestimento e a se manter firme aos esforços provenientes dos veículos, difundindo-os ao subleito; a sub-base é a camada responsável pela correção do subleito e que completa a base; e o reforço de subleito é a camada granular do pavimento feita com a finalidade de aprimorar a capacidade de suporte de carga do subleito e de reduzir espessura da sub-base (DNIT, 2017).

Segundo Anastácio Neto (2019), quando se trata do pavimento flexível, a camada de revestimento é essencialmente realizada com material asfáltico, enquanto as camadas inferiores são concebidas em material granular, e a resistência pode variar de acordo com as espessuras adotadas. Logo, a absorção dos esforços se dá de forma dividida entre as camadas, gerando tensões verticais concentradas próximas ao ponto de aplicação de carga. Conforme vide a Figura 2.

Figura 2 – Deformação elástica pela carga no pavimento flexível.



Fonte: Confederação Nacional de Transporte (2017)

Conforme Salour (2015), a armação do pavimento é construída com o escopo de difundir as tensões e deformações alteradas pelo tráfego e a extensão de suas camadas, até um nível de magnitude que cada material ou base constituinte que essa estrutura consiga tolerar. De tal modo, pode-se afirmar que um pavimento é falho quando as deformações constantes são excessivas e/ou ocorre trincas e rachaduras na superfície do revestimento, isto é, nos pontos de tensões em que o pavimento não suporta o peso dos veículos.

2.2. AVALIAÇÃO DOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E O PROCESSO DE TAPA BURACO CONFORME O DNIT

A construção e a pavimentação de uma via urbana visam em prover aos seus usuários uma via segura, de qualidade e que promova conforto no decorrer da sua vida útil, sem depender da época de implantação ou de quaisquer outras condições climáticas, consentindo as demandas funcionais básicas e estruturais. Contudo, a pavimentação necessita de manutenção, visto que os fatores patológicos surgem com um tempo devido ao tráfego (MEDINA; MOTTA, 2015).

As avaliações efetuadas nos pavimentos são feitas de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Tipo de avaliação de pavimentos flexíveis.

TIPO DE AVALIAÇÃO	DESCRIÇÃO
Avaliação das condições estruturais	Feita através da avaliação da deflexão máxima do pavimento, pela sua capacidade de sustentar cargas
Avaliação de condições de segurança	A primeira propriedade a ser analisada é a sua capacidade de aderência e atrito entre a sua superfície e o pneu. Os métodos utilizados para verificação são métodos da mancha de areia e pêndulo britânico
Avaliação das condições da superfície:	Relacionada a estética do pavimento, consiste no impacto visual causado aos usuários
Avaliação de custo	É feito a partir dos gastos iniciais na concepção do pavimento até os gastos ao longo de sua vida útil com manutenções
Avaliação do desempenho	É feito através de levantamentos periódicos, através da medição das irregularidades longitudinais e transversais de modo a indicar o serviço do pavimento
Avaliação de deterioração	Refere-se aos danos causados no pavimento ao longo de sua vida útil. Estes danos podem ser monitorados por inspeções periódicas na superfície (DNIT, 2006).

Fonte: Adaptado do DNIT (2006).

Portanto, as avaliações dos pavimentos flexíveis são feitos de acordo com as condições estruturais, condições de segurança, da superfície, de custo, do desempenho e de deteriorações.

Logo, a estrutura dos serviços de conservação deverá estar direcionada para os aspectos físicos do sistema rodoviário, ou seja, aqueles relacionados às condições da pista, em termos de pavimentação, drenagem, dispositivos de segurança, sinalização horizontal, vertical e aérea, obras-de-arte especiais etc., além da faixa de domínio, prédios e áreas operacionais, bem como veículos e equipamentos utilizados (DNIT, 2005).

Nesse contexto, é necessário que se aplique uma conservação preventiva e periódica, que é o conjunto de operações de conservação realizadas periodicamente com o objetivo de evitar surgimento ou agravamento de defeitos; trata-se de tarefas requeridas durante o ano, mas cuja frequência de execução depende do trânsito, topografia e clima (DNIT, 2005).

Segundo Yoshizane (2005) apud Costa Júnior (2018), os buracos ou panelas são os principais defeitos que requerem a aplicação de um remendo o mais cedo possível. Os buracos permitem que a água penetre no pavimento, enfraqueça as camadas e acelere a deterioração do revestimento. Além dos problemas estruturais os buracos, que não recebem a aplicação de um remendo, causam desconforto, aumento dos custos de rodagem e afetam a segurança dos motoristas.

Nos casos em que os remendos serão permanentes são necessários que estes sejam remendos profundos. Ou seja, é necessário que seja feita a retirada de material da área danificada. A profundidade necessária será até que se estabeleça uma fundação firme. Caso seja necessário, pode se retirar até parte do subleito (DNIT, 2006).

Logo, o processo de execução de tapa-buraco, consiste em reparar buraco ou depressão secundária no revestimento, de modo a evitar maiores danos ao pavimento e

se obter uma superfície de rolamento segura e confortável. Assim, conforme o quadro 1, são parte da prática de execução do serviço de tapa-buraco.

Quadro 1 – Normas e Padrões de execução do serviço de Tapa-buraco.

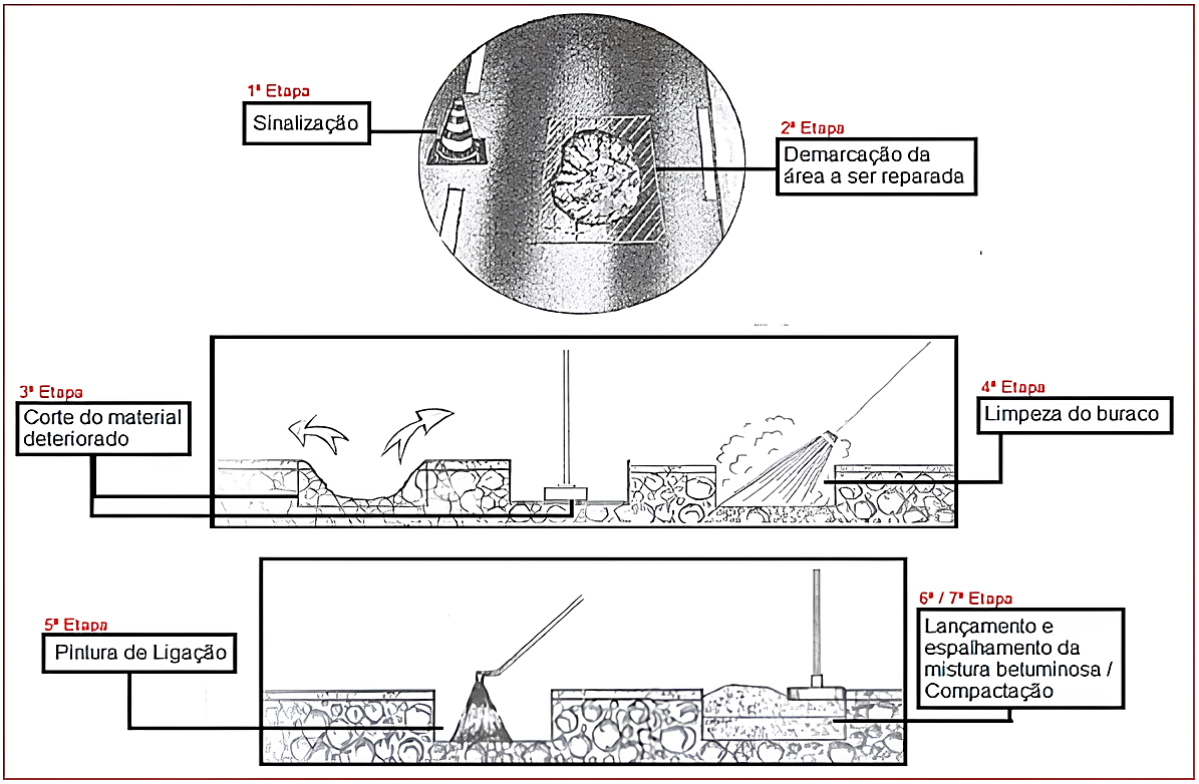
ITEM	DESCRIÇÃO
Equipamentos	1 caminhão basculante 1 placa vibratória
Ferramentas	Picareta Pá Carro de mão Vassoura de piaçava Soquete
Material	Asfalto diluído Mistura betuminosa
Recursos humanos	**De Conservação** 1 encarregado de turma 6 serventes **De Equipamento** 1 motorista 1 operário
Prática de execução para Buraco	a) Colocar a sinalização adequada. b) Remover o material tornando o buraco preferencialmente retangular, deixando os bordos da escavação retos e verticais. c) Varrer a área escovada. d) Aplicar uma pintura de ligação ou imprimação nos bordos e fundos de buraco. e) Colocar mistura asfáltica em camadas de até 7 cm. f) Compactar camada por camada. g) Concordar as superfícies. h) Deixar a plataforma limpa e desimpedida. i) Retirar a sinalização
Prática de execução para Depressão secundária	a) Colocar a sinalização. b) Escovar de 10 a 15 cm contornando a área limitada da depressão. c) Remover todo o material proveniente da escovação e varrer. d) Aplicar uma pintura de ligação ou imprimação. e) Colocar mistura asfáltica em camadas de 7 cm. f) Compactar camada por camada. g) Concordar as superfícies. h) Deixar a plataforma limpa e desimpedida. i) Retirar a sinalização.

Fonte: Adaptado do DNIT (2005).

Em suma, a execução ocorre em dois contextos, sendo o primeiro na execução para tampar buracos e/ou panelas, e o segundo para depressão secundária.

Os processos executivos de tapa-buraco conforme o manual DNIT (2006) e Figura 3 ocorrem da seguinte maneira:

Figura 3. Processo de execução de tapa-buraco.



Fonte: Adaptado de Costa Júnior (2018).

a) **1ª Etapa** – Sinalização: Ocorre a disposição de elementos de sinalização e controle do tráfego ao redor do local da manutenção;

b) **2ª Etapa** – Demarcação da área: Identifica-se o local que será reparado, marcando com tinta e em linhas retas e de formato quadrado ou retangular.

c) **3ª Etapa** – Corte do material deteriorado: o concreto asfáltico é cortado com o uso de compressor equipado com martelete e ponteiro tipo pá, ou usa-se uma picareta. O corte deve atingir toda a espessura da camada de revestimento, atingindo a profundidade necessária para o material torna-se igualitário ao pavimento, tendo seu fundo nivelado;

d) **4ª Etapa** – Limpeza do Buraco: Após o corte e/ou escavação faz-se uma limpeza na área, com a finalidade de que não reste nenhum material remanescente que possa impedir que o material novo não tenha eficácia ao objeto de pavimentação;

e) **5ª Etapa** – Pintura de ligação: após a limpeza, faz-se a pintura de ligação nas paredes e no fundo da escavação. Em que, aplica-se a emulsão asfáltica ou o asfalto diluído com o espargidor e asfalto ou dispositivo manual. A película ligante deve cobrir as paredes e fundo da cava de modo integral, e deve-se observar para que não seja fina ou espessa demais sua camada;

f) **6ª Etapa** – Aplicação e espalhamento da mistura betuminosa: quando ocorre a aplicação do material asfáltico em si. Após a aplicação da pintura de ligação, deverá ser lançado no buraco o material de reposição utilizando-se, conforme o caso, pré-misturado a frio ou o próprio concreto asfáltico. Utiliza-se para isto o lançamento com pás quadradas, começando o lançamento no sentido dos bordos para o centro. No que diz respeito à espessura da camada, não deve exercer 10 cm. Todavia, a colocação do material no local do reparo deve prever um pequeno excesso para compensar o rebaixamento com a compactação;

g) **7ª Etapa** – Compactação de nível do asfalto: quando ocorre a compactação com o intuito me nivelar a camada de asfalto. Na compactação podem ser utilizados os seguintes equipamentos: rolo liso vibratório, rolo liso comum, placa vibratória e socador manual.

2.3. REVESTIMENTO ASFÁLTICO - CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE (CBUQ)

Um dos tipos mais utilizados no Brasil é o concreto asfáltico (CA), também conhecido como concreto asfáltico processado a quente (CBUQ). É um produto conveniente de uma mistura de agregados e cimentos asfálticos de vários tamanhos, ambos aquecidos a uma temperatura pré-selecionada, dependendo das características viscosidade-temperatura do ligante (BERNUCCI et al, 2010).

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte – DNIT o CBUQ é uma mistura executada, aplicada e compactada a quente, produzida em usina apropriada devido ao controle tecnológico necessário. É composto por agregado graduado e cimento asfáltico, podendo conter materiais de preenchimento se necessário (MENEGHEL, 2020).

O CBUQ é utilizado como revestimento, uma mistura de agregados minerais de diferentes tamanhos, podendo também ser de origem diferente. O ligante asfáltico é utilizado em proporção e método de processamento adequados para garantir que o serviço atenda aos requisitos de impermeabilização, flexibilidade e estabilidade.

O desempenho, durabilidade, resistência ao deslizamento, resistência à fadiga e resistência à fissuração térmica dependem das condições meteorológicas e de tráfego esperadas no local (BERNUCCI et al, 2010).

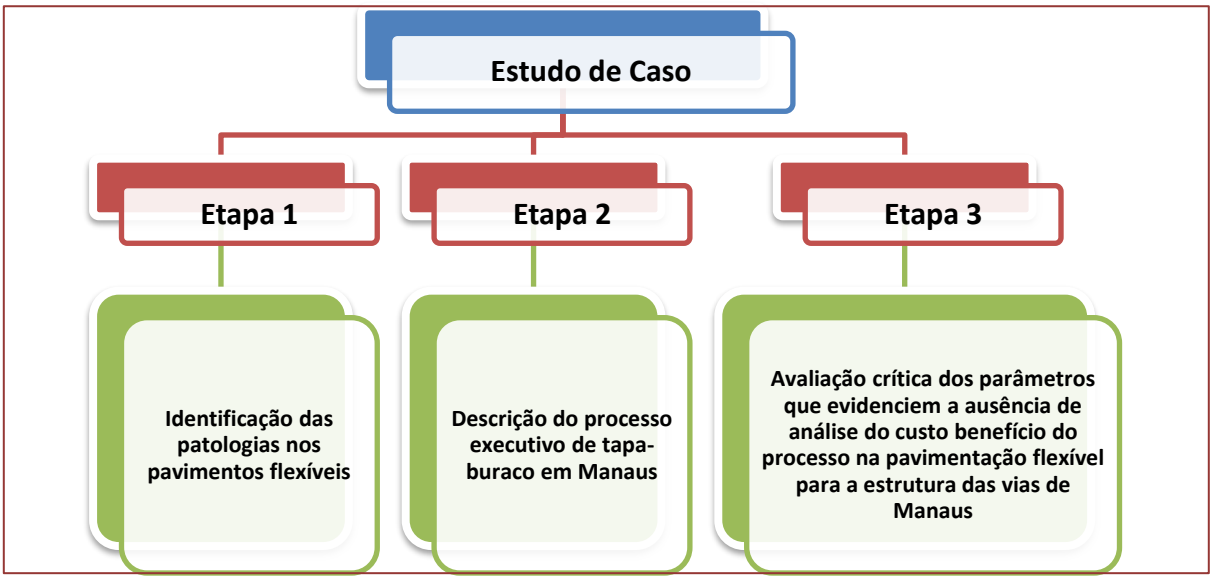
A mistura de agregados e ligante é feita em dispositivo fixo e posteriormente transportada por caminhão até a pista, onde é lançada por dispositivo adequado denominado pavimentadora. Em seguida, é compactado até atingir um determinado grau de compressão, formando assim um arranjo estrutural estável e resistente, seja deformação permanente ou deformação elástica repetida em passagens de tráfego.

De acordo com o modelo de tamanho de partícula utilizado e os requisitos de propriedades mecânicas, as misturas a quente são divididas em vários tipos, dependendo da aplicação pretendida (BERNUCCI et al., 2010).

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Conforme o fluxograma disposto na Figura 4, a metodologia aplicada trata-se de estudo de caso com base em pesquisa de campo, em que a coleta de dados foi realizada a partir de levantamento bibliográfico com base no Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT, artigos sobre o processo executivo de Tapa-buraco, bem como realização de visitas in loco para identificação do processo executivo e observações quanto as etapas do processo de execução de tapa-buraco em algumas vias da área urbana da cidade de Manaus, e ainda, os registros fotográficos, em que registrou-se fotos das principais patologias encontradas. Além disso, a análise do processo executivo baseou-se no Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT, fazendo comparativo com as etapas de execução de tapa-buraco realizado pela SEMINF.

Figura 4 – Fluxograma da metodologia de pesquisa

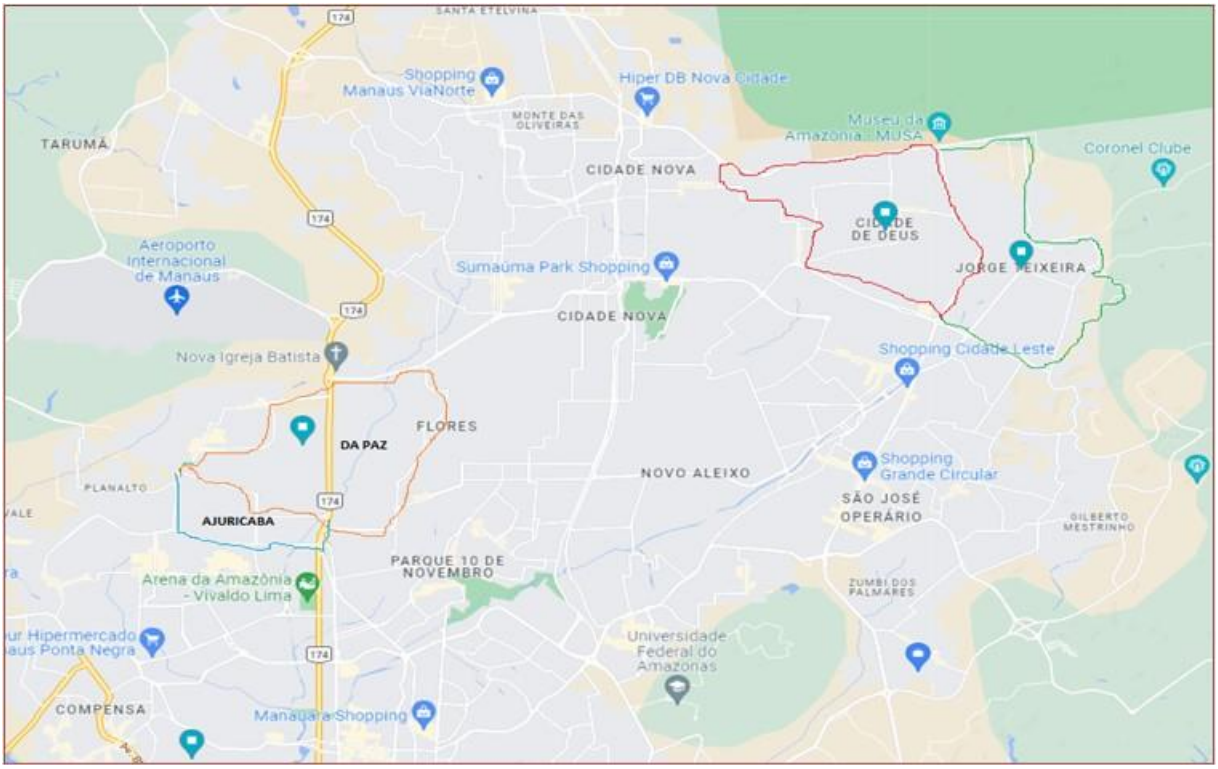


Fonte: Autoria própria (2022)

3.1. ESTUDO DE CASO

As visitas in loco foram realizadas em bairros das zonas leste (Bairro Aliança com Deus e Jorge Teixeira) para coleta de fotos das patologias de pavimentação flexível, e centro-oeste (Bairro da Paz e Bairro Ajuricaba) para o acompanhamento do processo executivo de tapa-buraco.

Figura 5 – Locais de Coleta de fotos das patologias em Manaus – AM – Bairro Cidade Deus, Jorge Teixeira, Da Paz e Ajuricaba.



Fonte: Google Maps (2022)

Conforme a Figura 5, demarcou-se os bairros onde foram realizados os registros fotográficos, sendo o Bairro Cidade de Deus, Jorge Teixeira, Da Paz e Ajuricaba. A escolha se deu para evidenciar que mesmo sendo zonas distintas, a exposição de defeitos nos pavimentos ainda é encontrada, não se diferindo então, às zonas, mas sim, a em todo contexto de pavimentação da cidade de Manaus.

3.1. IDENTIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS NOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Esta etapa refere-se à descrição das patologias encontradas nos pavimentos flexíveis de acordo com as especificações do DNIT, tal processo foi realizado a partir de análise documental do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), em seu Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, publicado pelo Ministério dos Transportes junto à Diretoria de Planejamento e Pesquisa e o Instituto de Pesquisas Rodoviárias, publicado em 2006. Vale destacar que, trata-se do documento mais atualizado do DNIT

3.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO EXECUTIVO DE TAPA-BURACO EM MANAUS

Esta etapa refere-se à descrição do processo executivo de tapa-buraco em Manaus e se está de acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfáltico do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Esse processo foi realizado por meio de levantamento de campo nas localidades indicadas no item 3.1, para

o acompanhamento do projeto “Tapa Buraco em Manaus” e das pesquisas documentais do DNIT.

Nesse contexto, as visitas foram registradas por meio de fotografias tiradas através de smartphones.

3.3. AVALIAÇÃO CRÍTICA DOS PARÂMETROS QUE EVIDENCIEM A AUSÊNCIA DE ANÁLISE DO CUSTO BENEFÍCIO DO PROCESSO NA PAVIMENTAÇÃO FLEXÍVEL PARA A ESTRUTURA DAS VIAS DE MANAUS

Essa etapa foi realizada uma avaliação crítica dos parâmetros que evidenciam da ausência da análise de custo benefício da pavimentação flexível para a estrutura das vias de Manaus. Esse processo foi realizado através de visitas *in loco*. Buscou-se ainda embasamento teóricos na literatura sobre o custo benefício de técnicas de recuperação da pavimentação flexível.

Os parâmetros foram evidenciados a partir da análise do processo de execução e das visitas aos locais em que foram efetivados os projetos de Tapa Buraco. Contudo, considerando a análise de custo benefício, trata-se da percepção do autor tanto para as estruturas asfálticas vislumbradas nas etapas anteriores, quanto do tempo de conservação dada a troca da gestão da prefeitura, que varia a cada 4 anos. Além do mais, considera-se também autores que enfatizam a pavimentação flexível e seus custos de manutenção versus outros modelos de pavimentação.

Além disso, foram avaliadas as evidencias da ausência da análise de custo benefício, por de estudo que enfatizam a durabilidade do reparo, logo, relacionou-se com a qualidade do reparo, e ainda, a condição climática da região, devido à alta pluviosidade da região.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. IDENTIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS NOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Segundo Salour (2015), o desempenho estrutural dos pavimentos pode ser consideravelmente afetado pela variação de fatores ambientais, como temperatura e teor de umidade. Tais fatores, influenciam diretamente na capacidade estrutural e funcional do pavimento que, como resultado, podem acelerar o surgimento de patologias e então, a deterioração do pavimento.

Segundo o DNIT-TER (005/2003), existem oito tipos de defeitos nos pavimentos flexíveis que devem ser levados em consideração quando for feita uma análise dos danos na superfície do pavimento.

a) Fendas: descontinuidade na superfície da estrutura que conduz a aberturas de diversas formas e tamanhos.

i. Fissura: possuí uma largura correspondente a espessura capilar, podendo ser longitudinal, transversal ou obliquo, sendo observado apenas a uma distância inferior a 1,50 m;

ii. Trinca: abertura facilmente visível, que possui uma abertura maior que a fissura e pode-se apresentar na forma de trinca isolada (transversal, longitudinal ou de retração) ou interligada (tipo “couro de jacaré” ou tipo “bloco”);

b) Afundamento: deformação permanente que tem como característica a depressão do pavimento asfáltico que pode apresentar-se na forma de afundamento de consolidação ou plástico;

i. Afundamento de consolidação: gerado pela consolidação discrepante das camadas do pavimento, ou do subleito, sem a ação do solevamento. Quando ocorre com uma distância de até 6 metros é considerado um afundamento de consolidação local. Já quando possui uma extensão superior a 6 metros, é definido como afundamento de consolidação da trilha de roda;

ii. Afundamento plástico: têm como causa a fluência plástica das camadas do pavimento, ou do subleito, que tem como constituinte o solevamento. Quando a extensão é menor ou igual a 6 metros é denominado de afundamento plástico local, porém quando o comprimento é maior que 6 metros, chama-se de afundamento plástico da trilha de roda;

c) Corrugação ou Ondulação: caracterizado por apresentar no pavimento ondulações ou corrugações transversais;

d) Exsudação: quando ocorre um excesso de ligante betuminoso na superfície da estrutura do pavimento e com isso acontece um deslocamento do ligante pelo revestimento;

e) Escorregamento: é o deslocamento do revestimento com relação a camada abaixo do pavimento, no formato de fendas em meia lua;

f) Panela ou buraco: rebaixo no pavimento que pode ter várias causas (inclusive a não aderência entre as camadas, que pode causar um desplacamento do solo com o asfalto). Ele pode atingir várias camadas do pavimento provocando a separação das camadas;

g) Remendo: ocorre quando é preenchida a panela (ou buraco), no processo conhecido como “tapa-buraco”;

i. Remendo superficial: é a correção através de uma camada de betume, em uma área específica da superfície do pavimento;

ii. Remendo profundo: nele ocorre a troca do revestimento e, com isso, de uma ou mais camadas da estrutura asfáltica que esteja localizada abaixo do pavimento, tendo como formato um retângulo;

h) Desgaste: é caracterizado quando ocorre o deslocamento gradual do agregado do pavimento, provocado pelo tráfego que incide esforços tangenciais e tem como resultado uma superfície áspera.

Portanto, nesse contexto, os pavimentos flexíveis são divididos em defeitos funcionais e estruturais, sendo eles conforme a Figura 6, abaixo.

Figura 6 - Defeitos dos pavimentos flexíveis.

Defeitos Funcionais	Defeitos Estruturais
•Exsudação de asfalto; •Subida de finos; •Escorregamento do revestimento asfáltico; •Fendas ou fendilhamento.	•Afundamentos; •Remendos; •Corrugações ou ondulações; •Rodeiras ou trilhas de roda; •Panelas.

Fonte: Autoria própria (2022)

Portanto, o estado dos pavimentos expõe os processos relacionados ao meio ambiente e o grau de degradação causado pelo uso contínuo do trânsito. A análise do pavimento é feita por meio de diversos parâmetros de referência padronizados (DNIT, 2006). Para essas avaliações, o Ministério da Infraestrutura Nacional de Transportes utiliza os seguintes procedimentos: DNIT-PRO 006 (2003); DNITPRO 007 (2003); DNIT-PRO 008 (2003), (DNIT, 2006).

4.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO EXECUTIVO DE TAPA-BURACO EM MANAUS

Como resultados desta pesquisa, destaca-se o processo executivo de tapa-buraco nas zonas urbanas da cidade de Manaus, sendo dispostos todas as etapas de execução de manutenção de pavimentação realizada pela SEMINF, cujas condições das vias carecem constantemente do recebimento de manutenção da pavimentação flexível, pois é notável que se encontre patologias em diversos trechos da cidade.

Nesse contexto, o processo executivo de tapa-buraco pela SEMINF em Manaus, obedece à algumas etapas dispostas no Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (2006), sendo as etapas abaixo descritas:

a) **1ª Etapa** – Sinalização: todavia, não se aplica sinalização em determinadas áreas, justificadas pelo fato de o tráfego não ser intenso, mas em outras foram observadas a recomendação do Manual do DNIT, conforme visualizado na Figura 7.

Figura 7 – Área de manutenção sem a disposição de elementos de sinalização (A) / Área de manutenção com a disposição de elementos de sinalização (B).

Fonte: Autoria própria (2022)

b) **2ª Etapa** – Demarcação da área: na área afetada com patologia os servidores fazem a demarcação no pavimento em formato quadrado ou retangular para realização de corte do pavimento afetado, Figura 8, conforme prescrito no Manual do DNIT.

Figura 8 – Início da demarcação do pavimento (A) / Área demarcada no pavimento (B).

Fonte: Autoria própria (2022)

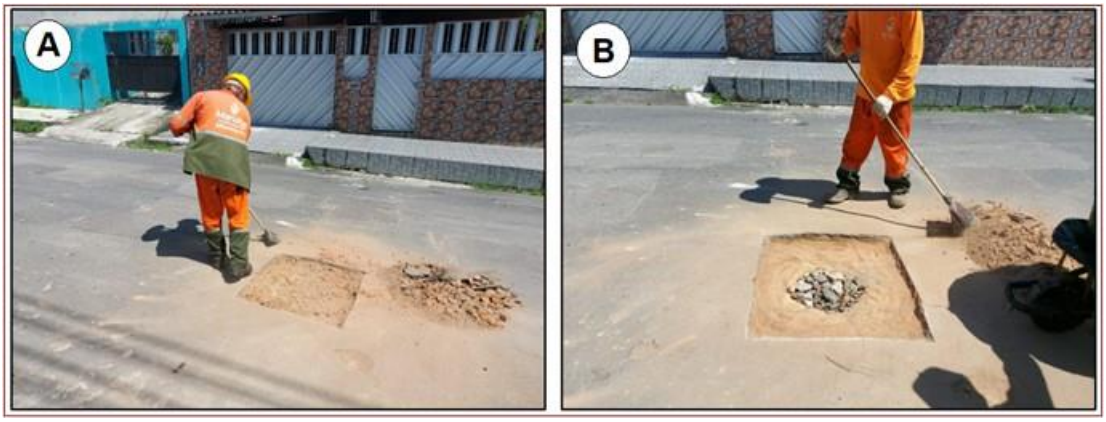
c) **3ª Etapa** – Corte do material deteriorado: o concreto asfáltico é cortado com picareta e enxada, Figura 9, em que o material de corte depende exclusivamente, das condições em que está o asfalto, logo atende as especificações do Manual do DNIT.

Figura 9 – Corte do pavimento deteriorado (A) / Retirada do material de base afetado (B).

Fonte: Autoria própria (2022)

d) **4ª Etapa** – Limpeza do Buraco: após o corte e/ou escavação faz-se uma limpeza na área (Figura 10), com a finalidade de que não reste nenhum material remanescente que possa impedir que o material novo não tenha eficácia ao objeto de pavimentação. Tal limpeza, é realizada com o auxílio de vassoura, carrinho de mão e pá. Nessa etapa, a limpeza da área de manutenção é realizada de modo correto, pois retira-se todo material da área para que a nova camada de asfalto tenha eficácia. Logo, esta etapa está em conformidade com o Manual do DNIT.

Figura 10 – Limpeza do buraco com vassoura (A) / Preenchimento com agregado na base afetada (B).



Fonte: Autoria própria (2022)

e) **5ª Etapa** – Pintura de ligação: após a limpeza, aplica-se a emulsão asfáltica ou o asfalto diluído com o espargidor ou dispositivo manual (em maioria). A película ligante serve para que o asfalto tenha mais aderência ao solo e a pavimentação existente no local, de acordo com a Figura 11. Logo, esta etapa condiz com o disposto do Manual do DNIT.

Figura 11 – Pintura de ligação com espargidor (A) / Finalização da aplicação do ligante - emulsão asfáltica (B).

Fonte: Autoria própria (2022)

f) **6ª Etapa** - Aplicação e espalhamento da mistura betuminosa: a massa asfáltica é aplicada, tendo o preenchimento excedido em 10 cm, para que quando haja a compactação o asfalto tenha melhor aderência ao solo. Geralmente são realizadas aplicações em blocos, logo os serventes utilizam carrinhos de mão para transporte da massa asfáltica até o buraco a ser recuperado. O espalhamento é feito com pás e enxadas, Figura 12. A etapa é realizada conforme as especificações do DNIT, visto que o transporte de material asfáltico em ruas estreitas é feito em carros manuais, e o espalhamento realizado no perímetro em que foi aplicada a pintura de ligação.

Figura 12 – Aplicação de massa asfáltica (CBUQ) (A) / Espalhamento de CBUQ (B)

Fonte: Autoria própria (2022)

g) **7ª Etapa** – Compactação, após a aplicação de asfalto: Este serviço é realizado utilizando o rolo compactador liso, Figura 13, sendo esse operado pela empresa terceirizada para que se obtenha um nível viável ou com a menor diferença de nível possível entre o pavimento antigo. A compactação é realizada de acordo com o Manual do DNIT, bem como o nível após a compactação.

Figura 13 – Compactação com rolo liso.

Fonte: Autoria própria (2022)

Sobre o processo de execução do tapa-buraco é observado que os padrões variam conforme a equipe que acompanha o processo, logo é fundamental nesse processo a fiscalização pelos técnicos do órgão no momento da execução dos serviços. Outro fator preponderante, são as recorrências desse tipo de manutenção em determinadas vias da cidade de Manaus, que acabam tornando a via totalmente irregular.

Partindo dessa premissa, o Tapa-buraco tem como objetivo a manutenção das vias de pavimentação flexível, mas é necessário avaliar que o excesso dos processos dessa manutenção causa uma demasia de “remendos” nas vias públicas. Conforme pode-se observar na Figura 14.

Figura 14 – Operação de Tapa-buraco da SEMINF em Manaus

Fonte: Autoria própria (2022)

De acordo com Anastácio Neto (2019), devido aos efeitos do tráfego e das intempéries, os defeitos do pavimento flexível podem ocorrer a médio e longo prazo. Porém, também podem surgir prematuramente, afetando a vida útil do pavimento, principalmente devido a erros ou deficiências no projeto. Os principais erros ou deficiências que podem ocorrer na implementação são: erros de projeto, seleção de material, erros ou deficiências de dosagem ou produção, erros ou deficiências construtivas e alternativas de proteção e manutenção.

Outro fator a ser considerado trata-se do fator da natureza da atividade, que define que o processo executivo de tapa-buraco sofre a influência da chuva em sua execução e altera o tempo de eficácia dessa manutenção (DNIT, 2017). Logo, deve-se considerar o tempo de deterioração de acordo com o clima da região. Aplicada a região de Manaus, o tapa-buraco não tem seu tempo estendido de eficiência devido à grande recorrência de chuva.

Contudo, as etapas são realizadas de modo correto e atende as especificações do DNIT. Assim, proporciona as vias um atendimento emergente, capaz de promover uma melhoria na mobilidade urbana. Mas, é importante salientar que se faz necessário avaliar a pavimentação como um todo, para que a manutenção recorrente não seja apenas um ciclo de postergação de problemas patológicos na pavimentação das vias da cidade de Manaus.

4.3. AVALIAÇÃO CRÍTICA DOS PARÂMETROS QUE EVIDENCIEM A AUSÊNCIA DE ANÁLISE DO CUSTO BENEFÍCIO DO PROCESSO NA PAVIMENTAÇÃO FLEXÍVEL PARA A ESTRUTURA DAS VIAS DE MANAUS

Os pavimentos flexíveis apresentam diferentes tipos de patologias superficiais e estruturais. A fim de corrigir problemas estruturais e patologias encontradas em vias públicas da cidade, utiliza-se da técnica de "tapa-buraco" em Manaus. Devido à alta pluviosidade da região, a manutenção dos pavimentos das vias é dificultosa para os órgãos públicos, pois esses precisam planejar os reparos dos pavimentos durante o período de seca ou nos intervalos das chuvas.

Vale ressaltar que diante das visitas realizadas in loco para análise das etapas executivas de tapa-buraco pelas equipes da SEMINF, o órgão municipal procura atender na integra as prescrições do Manual do DNIT. Deste modo, o processo executivo de tapa-buraco realizado na cidade de Manaus gera discussões quanto aos níveis de pavimentação, uma vez que, em alguns trechos do pavimento antigo observou-se ausência de sistema de drenagem eficiente, assim como inclinação insuficiente da pista de rolamento para as sarjetas, pois mesmo que realize os serviços conforme o manual do DNIT o pavimento ficará comprometido diante das deficiências do sistema de drenagem existente. Portanto, além dos serviços rotineiros de tapa-buraco, segundo informações do órgão é que realizam mutirões de obras de pavimentação e drenagem nos bairros da cidade, iniciando na quinta feira e finalizando no sábado.

Nesse contexto, todas as problemáticas relacionadas a falta de efetividade do pavimento flexível são devido a muitas das rodovias receberem pesos excessivos a sua capacidade. Assim, com o passar do tempo começam a aparecer fissuras e trincamento, porém em alguns casos, isso se dá também por envelhecimento ou até mesmo intempéries (SOUTO; MORESCO; GOLTZ, 2019). Araújo (2017) enfatiza a situação de que o pavimento

flexível só possui efetividade quando há presença de manutenção, o que não ocorre nas rodovias do Brasil.

Segundo Landim et al (2020) a alternativa correta do tipo de pavimentação que irá incorporar em uma rua depende de diversos fatores, que varia desde a busca pela redução de custos na implantação, até os aspectos relacionados à segurança e qualidade. Outros aspectos de extrema importância na análise e critérios de escolha de um tipo de pavimento são os contextos social, econômico, físico e geográfico condizentes com o local no qual o logradouro estará implantado.

Outro fator preponderante, são as recorrências desse tipo de manutenção em determinadas vias da cidade de Manaus, que acabam tornando a via totalmente irregular.

Partindo dessa premissa, é um caso a pensar, e como sugestão, as ruas mais comprometidas, ou seja, os materiais de base existentes com as características geotécnicas alteradas e revestimentos asfálticos irregulares o ideal seria a restauração deste, levando em consideração o volume de tráfego e o tipo de veículo que trafega na mesma, proporcionando as vias um atendimento emergente, capaz de promover uma melhoria na mobilidade urbana. Contudo, é importante salientar que se faz necessário avaliar a pavimentação como um todo, para que a manutenção recorrente não seja apenas um ciclo de postergação de problemas patológicos na pavimentação das vias da cidade de Manaus.

Na percepção de Santos et al (2020) e de acordo com os resultados de seus estudos, a aplicabilidade das pavimentações não possuem a devida atenção. Assim, ressalta a importância do estudo de deformação permanente em materiais utilizados em pavimentação. Logo, em sua análise os pavimentos tiveram ruptura anteriormente a validade do projeto, com deterioração dos pavimentos atribuída à fadiga. Outro ponto é que, se evidenciou que houve ruptura precoce do pavimento, independentemente do tipo de solo utilizado na fundação da estrutura.

Mediante ao exposto, Filho e Rocha (2018), afirma que devido o pavimento flexível ser economicamente viável, sua aplicabilidade no Brasil é ampla, e ainda, possui um menor investimento ao tempo de implantação, sendo 42% mais barato que o pavimento rígido. Todavia, considerando a aplicação a longo prazo e analisando o investimento final, o pavimento flexível requer maiores custos para sua manutenção e ainda, dispões de patologias recorrentes em menor tempo após implantação.

Logo, considerando o custo benefício de inserção em Manaus, a aplicação dos pavimentos flexíveis sai mais barato para sua implantação, contudo, ao se falar dos custos de manutenção, gera mais recursos financeiro por ter uma duração inferior a outro tipo de pavimentação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, o presente estudo atingiu o objetivo geral de analisar o processo executivo de tapa-buraco em vias pavimentadas da cidade de Manaus, ponderando críticas a respeito do custo benefício da pavimentação flexível da cidade.

No que tange descrever as patologias encontradas nos pavimentos flexíveis de acordo com o DNIT são: defeitos funcionais (exsudação de asfalto; subida de finos; escorregamento do revestimento asfáltico; fendas ou fendilhamento) e defeitos

estruturais (afundamentos; remendos; corrugações ou ondulações; rodeiras ou trilhas de roda; panelas).

Em relação ao delineamento de como ocorre o processo executivo de tapa-buraco de acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfáltico do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) trata-se da: sinalização, demarcação da área, corte do material deteriorado, limpeza do buraco, pintura de ligação, aplicação e espalhamento da mistura betuminosa e compactação de nível do asfalto.

E por fim, os parâmetros mensurados por esse estudo elucidam a ausência de custo benefício da pavimentação flexível para a estrutura das vias de Manaus. Considerando que, o custo benefício de inserção em Manaus, a aplicação dos pavimentos flexíveis sai mais barato para sua implantação, contudo, ao se falar dos custos de manutenção, gera mais recursos financeiro por ter uma duração inferior a outro tipo de pavimentação.

Em suma, nota-se ainda que, há poucos estudo que evidenciem a ineficiência da pavimentação na cidade de Manaus, logo, carecem de estudos que abarquem todo contexto de infraestrutura, custos de planejamento e execução e ainda, compilem dados quantitativos de custos versus durabilidade da pavimentação.

Nesse sentido, para trabalhos futuros, sugere-se uma análise dos custos orçamentários e de execução de pavimentação na cidade de Manaus, considerando o tempo de durabilidade da pavimentação.

REFERÊNCIAS

[1] ANASTÁCIO NETO, Paulo Vitor. Avaliação funcional de um trecho da rua Francisco Vicente Ferreira pelos métodos do IGG e do PCI. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlancia, 2019.

[2] ANDRADE, Lucas Rodrigues de. Comparação do comportamento de pavimentos asfálticos com camadas de base granular, tratada com cimento e com estabilizantes asfálticos para tráfego muito pesado. Dissertação de Mestrado (Ciências). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017.

[3] BERNUCCI, Liedi B. et al. Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros. 3. ed. Rio de Janeiro: Imprinta, 2010.

[4] COSTA JÚNIOR, Manoel Bezerra da. Pavimentação asfáltica: técnicas de reparação de buracos em pavimentos flexíveis na região amazônica. Resende: AMAN, 2018.

[5] DEPARTAMENTO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Pavimento de vias no Brasil: infraestrutura de transportes terrestres rodoviários e cadeias produtivas da pavimentação / FIESP. – São Paulo: FIESP, 2017.

[6] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos. 2. ed. Ministério dos Transportes –Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Publicação IPR 720. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/ipr_new/. Acesso em: 10 abr 2021.

[7] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, DNIT 005/2003 – TER, Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos Terminologia. Rio de Janeiro: DNIT, 2003.

[8] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, DNIT 006/2003 – PRO, Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirígidos. Rio de Janeiro: DNIT, 2003.

[9] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes. Coordenação-Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes. 1ª Edição - Brasília, 2017.

[10] FILHO, José Moacir de Mendonça; ROCHA, Eider Gomes de Azevedo. Estudo Comparativo entre Pavimentos Flexível e Rígido na Pavimentação Rodoviária. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 06, Vol. 02, pp. 146-163, Junho de 2018.

[11] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manaus. IBGE, online. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/manaus.html>. Acesso em: 18 jun 2021.

[12] LANDIM, Alex Iury Vidal; ABREU, Alexandra Amador de; LANDIM, Aurélia Emanuela de Freitas Gonçalves; SOUSA, André Albino de; NETO, Dário Oliveira; NOVÍSSIMO, Wellerson Lucas Martins. Análise comparativa de viabilidade técnica e econômica entre as pavimentações rígida e flexível. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 06, Vol. 07, pp. 14-27. Junho de 2020

[13] MEDINA, J., MOTTA, L. M. G. Mecânica dos Pavimentos. 2ª Edição. Editora UFRJ. Rio de Janeiro, 2005.

[14] MENEGHEL, Ricardo. Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ. Carluc, 2020. Disponível em: <https://carluc.com.br/materiais/concreto-betuminoso-usinado-a-quente-cbuq/>. Acesso em: 10 jun 2020.

[15] SALOUR, F. Moisture influence on structural behaviour of pavements: Field and Laboratory Investigations. Doctoral Thesis, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, 2015.

[16] SANTOS, Thaís Aquino dos et al . Análise do desempenho de subleitos rodoviários à luz de conceitos da Mecânica dos Pavimentos. Matéria (Rio J.), Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, e-12817, 2020.

[17] SOUTO, Emanuel Vilela; MORESCO, Bruno Henrique; GOLTZ, Claudir José. Patologias em pavimentos asfálticos: estudo de caso na rua Dr. Renato Figueiro Varella em Nova Xavantina – MT. Revista Interação Interdisciplinar v. 03, nº. 02, p.117-130, Jul - dez., 2019.

[18] TAVARES, Luiz Ronaldo Starling, et al. Pavimentação urbana: orçamento e custos. Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. 1. ed. - Brasília: CONFEA/CREA, 2005.

[19] YOSHIZANE, Prof. Hiroshi Paulo. Defeitos, Manutenção e Reabilitação de Pavimento Asfáltico. Universidade Estadual de Campinas, Centro Superior de Educação Tecnológica CESET, Limeira, 2005.

Capítulo 2

Avaliação do conhecimento dos acadêmicos finalistas de engenharia civil sobre tecnologia da informação e Building Information Modeling- BIM em uma faculdade de Manaus

Antônio Ivaurio Martins Costa de Freitas Neto

Resumo: São evidentes os avanços no segmento da Engenharia Civil como a adoção de tecnologias da informação para suprir as demandas do mercado em uma era tecnologia como tem se mostrado o século XXI, necessitando da aquisição de conhecimento desde a academia. Nesse contexto o presente artigo tem como objetivo geral avaliar o conhecimento dos acadêmicos finalistas de Engenharia Civil sobre Tecnologia da Informação aplicada e Building Information Modeling - Bim em uma faculdade de Manaus, meio de pesquisa de campo. Para isso foi elaborado um questionário sobre os conhecimentos adquiridos na academia sobre BIM, analisado o conhecimento especifico para utilização da tecnologia Building Information Modeling - BIM, e avaliado o nível de satisfação do acadêmico finalista de engenharia civil com os conhecimentos adquiridos durante a graduação. Os dados coletados evidenciaram que um percentual significativo dos participantes não ouviu falar ou não conhece BIM, (26%) tem conhecimento teórico e pratico em BIM necessários para suprir as demandas do mercado de trabalho gerando uma insatisfação diante dos conhecimentos adquiridos durante a graduação (32 participantes).

Palavras-chave: Tecnologia da Informação. BIM. Conhecimento.

1. INTRODUÇÃO

O conceito de Tecnologia da Informação é amplo, abrangendo aspectos humanos, administrativos, organizacionais além de um conjunto de hardware e software, onde se observa uma fusão no conceito de Tecnologia da Informação ao de Sistema da Informação onde ambas são parte de um todo e têm por finalidade atender a complexidade gerada pela necessidade organizacional de flexibilidade, agilidade, reavaliação e remodelação permanente de estruturas e processos.

Com o sucesso das organizações progressivamente dependentes da inovação e do conhecimento, surgem ao logo do tempo ferramentas tecnológicas ou paradigmas como a Building Information Modeling - BIM cuja tradução é Modelagem da Informação da Construção que trata da organização e do controle do processo de gerenciamento por meio da utilização das informações contidas no modelo digital para efetuar o compartilhamento de informações durante todo o ciclo de vida do empreendimento.

Neste contexto, são necessários profissionais habilitados para essas tecnologias a fim de suprir as demandas do mercado. Porem a introdução de BIM nas instituições de ensino superior acontece de forma diacrônica ao surgimento dessas tecnologias por diversos fatores, que perpassam desde a deficiência de materiais e fontes especificas bem como docentes habilitados e a criação de componentes curriculares.

Desta forma o objetivo geral deste estudo foi avaliar o conhecimento do Acadêmico finalista de Engenharia Civil sobre Tecnologia da Informação e Building Information Modeling- BIM.

O presente estudo constituiu-se relevante uma vez que elucidou o perfil do acadêmico finalista quanto ao conhecimento sobre Tecnologias da Informação, suas ferramentas e também sua satisfação diante dos conhecimentos adquiridos na graduação, informações, estas, importantes para a elaboração dos componentes curriculares bem como da necessidade de adequação para o mercado de trabalho atual, ampliando as possibilidades para novos estudos e práticas.

O referencial teórico abordou três tópicos: Tecnologia da Informação, o que é?; Building Information Modeling- BIM e Ensino de Building Information Modeling- BIM na graduação de Engenharia e seus desafios.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO, O QUE É?

Existem varias conceituações para Tecnologia da informação, ao analisar a literatura cada área de conhecimento conceitua de acordo com seus aspectos.

Para Turban (2006), Tecnologia da informação é a convergência da eletrônica, computação digital e telecomunicações desencadeadora de inovações tecnológicas em coletar, armazenar, processar, transmitir e apresentar informações.

A tecnologia da informação é composta por uma gama de ferramentas, que teve nos primórdios o telefone e o televisionamento seus principais representantes, hoje evoluindo para softwares, estes são elementos essências para construção e manutenção do Sistema de Informação que tem por proposito a coleta e interpretação de dados para tomada de decisão. (CAMPBELL, 1997).

A Tecnologia da Informação vem de forma gradual moldando a cultura e a forma em que os indivíduos percebem a sociedade como um todo, refletindo no comportamento social. Mudanças estas que, promovem a aproximação social e cognitiva, gerando novas de produzir e compartilhar conhecimento. (HARARI, 2020).

A Engenharia Civil foi uma ciência bastante influenciada pela revolução tecnológica dada à necessidade de eficiência na gestão de recursos com o objetivo de otimizar os resultados. (PACHECO, 2021). No Brasil as mudanças oriundas desta influência acontecem de forma de gradual e discreta, como demonstra AutoDesk (2020).

Dentre as TI´s deste seguimento estão: BIM, Realidade Aumentada e Sistema Integrado de Gestão Empresarial – ERP que serão melhor abordadas a seguir.

O BIM foi popularizado no Brasil a parti do decreto presidencial 10.306 de 2022, que determina a utilização do modelo nas obras públicas e consiste em uma tecnologia que integra os diversos segmentos e profissionais em todo ciclo de vida de um projeto, formando um banco de dados. (BRASIL, 2019); (EASTMAN, 2011).

A Realidade Aumentada permite uma simulação da realidade, facilitando a identificação de problemas prévios à construção, diminuindo custos e contratempos que podem acarretar atrasos no projeto. (JUNQUEIRA, 2021).

O Sistema Integrado de Gestão Empresarial – ERP, integra o suporte em recursos humanos - RH, financeiro e operacional, formando um banco de dados que permite a atualização em tempo real, sendo esta uma importante tecnologia de gestão que torna acessível às informações. (VERSIAN, 2021).

Assim a Tecnologia da Informação configura-se com soluções tecnológicas com os mais diversos objetivos que permitem a manipulação dos dados de forma eficiente.

2.2. BUILDING INFORMATION MODELING- BIM.

Idealizado em 1974, por Charles Eastman e colaboradores, o que inicialmente era BDS (Building Description System - Sistema de Descrição da Construção) com objetivo de demonstrar a potencialidade da representação gráfica computadorizada dos desenhos como meio para elaboração de um projeto, evolui posteriormente para Building Information Modeling- BIM propondo a integração dos constituintes do projeto bem como dos agentes envolvidos. (EASTMAN, 2011); (SILVA, 2019)

No Brasil em 2020, como parte do plano de dissemino da tecnologia deu-se um passo importante na democratização do modelo BIM, com a assinatura do Decreto presidencial n° 10306 onde fica estabelecido o uso do BIM, para construção de obras públicas, com implementação gradual e fases continuas. (BRASIL, 2019).

As fases para implementação do Bim comportam medidas para difusão do conhecimento sobre o mesmo, como por exemplo: “Democratizando o BIM” e o “BIM Fórum Brasil” o que permite a inferência da estimativa que até 2028 haja propagação do modelo. (BORGES, 2021).

Desta forma o BIM, é uma modelo inovador que revoluciona paradigmas na forma de apresentar e representar informações sobre edificações a serem executadas, possibilitando a representação digital das informações desde a concepção até a desconstrução a partir do aglomerado de dados das mais diversas especialidades

participantes de todo ciclo de vida do projeto de forma interativa. (GODOY; CARDOSO E BORGES, 2013); (SANTOS *et al*., 2017)

Segundo Azhar (2013) sigla BIM pode ser interpretada de varias formas, porem dentro do conceito geral a três funções mais utilizadas: Building Information Model (Modelo da Informação da Construção), Building Information Modeling (Modelagem da Informação da Construção) e Building Information Management (Gerenciamento de Informação da Construção) segundo a AGC (2015):

Building Information Model (Modelo da Informação da Construção), "que é uma representação digital baseada na modelagem orientada a objetos, inteligentes e paramétricos das características físicas e funcionais de um edifício".

Neste conceito o BIM é implantado em vários programas, por exemplo, o CAD (Computer Aided Design), REVIT, ARCHICAD entre outros, permitindo a importação de dados e trabalho conjunto. (CHAGAS, FERREIRA E SOUZA, 2022).

Building Information Modeling (Modelagem da Informação da Construção), "que é o processo de utilização de plataformas tecnológicas interoperáveis para gerar e utilizar dados de forma eficiente para o planejamento, a construção e a operação de uma edificação durante todo o seu ciclo de vida".

No conceito de modelagem, o BIM tem características de plataforma interativa, constituindo um banco de dados retroalimentável, onde todos os profissionais envolvidos inserem e acessam informações de forma simultânea.

E Building Information Management (Gerenciamento de Informação da Construção), "que trata da organização e do controle do processo de gerenciamento por meio da utilização das informações contidas no modelo digital para efetuar o compartilhamento de informações durante todo o ciclo de vida do empreendimento".

No conceito gerenciamento, o Bim possibilita o tratamento das informações, alocando-as de forma inteligente, proporcionando qualidade na gestão de vários recursos tanto na execução quanto nas perspectivas futuras.

Embora haja dicotomia na conceituação, na pratica a fusão dos conceitos que tornam o BIM um modelo de tecnologia de ponta, que unifica varias ferramentas e conceitos, que revolucionou a forma de edificar, planejar e gerir, otimizando todo processo e reduzindo suas fragilidades.

2.3. ENSINO DE BUILDING INFORMATION MODELING- BIM NA GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA E SEUS DESAFIOS.

O Building Information Modeling- BIM surgiu na década de 90, como produto das demandas oriundas do mercado e da gestão de projetos, para isso foram necessárias varias mudanças para sua utilização de forma eficaz, dentre tantas, a introdução de conhecimentos relacionados ao BIM nas graduações de Engenharia Civil.

Embora já fosse uma realidade em várias universidades de Engenharia Civil e Arquitetura do mundo, no meio acadêmico brasileiro teve inicio em 2017 com programa "Ciência sem Fronteiras" que possibilitou através do intercambio dos discentes e docentes a aquisição e propagação do conhecimento sobre BIM, mudando a realidade de forma gradativa. (GONÇALVES et al, 2020)

Segundo Landim (2020) um dos obstáculos para implementação do BIM é o entendimento insuficiente entre os profissionais da AEC bem como a falta de especialistas no mercado o que segundo o estudo reflete o déficit oriundo da graduação.

Embora haja mais acesso a informações sobre BIM, ainda há um extenso caminho a ser percorrido para sua consolidação.

Atualmente prevalecem dois métodos de introdução do BIM nas graduações, a reformulação da grade curricular com a criação de novas disciplinas específica, que demanda mais tempo e por isso menos utilizado. (BASTO; JUNIOR, 2016); (RAMOS; COSTA; MELO, 2019). E a reformulação da ementa de disciplinas já existentes, mais difundido, porém tem o foco em ferramentas utilizadas no modelo BIM. (RUSCHEL; ANDRADE; MORAES, 2013). Ambos modificariam de forma positiva o déficit de conhecimento sobre essa tecnologia proporcionando provimento dos requisitos necessários no meio acadêmico e profissional.

Bim demanda a reformulação de projetos políticos pedagógicos, de objetivar a formação discente nos vários estágios de adoção do BIM bem como a compreensão dos conceitos envolvidos na sua formulação. (MENEZES *et al,* 2011); (LANDIM, 2020).

Diante de tantos desafios, as demandas de mercado requerem uma urgente intervenção e reformulação do processo ensino-aprendizagem do BIM no meio acadêmico, perpassando desde a habilitação do corpo docente, o replanejamento de orçamento, a mudança de estruturas para enfim proporcionar aos acadêmicos o conhecimento necessário para suprir tais demandas.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Este estudo caracterizou-se como exploratório, sendo o método que melhor se aplica aos objetivos da pesquisa, sendo este conceituado por Theodorso e Theodorso (1997) como método que torna pesquisador e fenômeno pesquisado próximos, permitindo a caracterização e classificação das informações tornando evidentes as potencialidades e fragilidades, facilitando a compreensão dos fenômenos pesquisados.

A abordagem foi qualiquantitativa, uma vez que o instrumento que será utilizado pretende ser composto por perguntas abertas e fechadas. O local da pesquisa foi em uma instituição de ensino superior de Manaus. O público alvo foi de acadêmicos do curso de Engenharia Civil matriculados no decimo período.

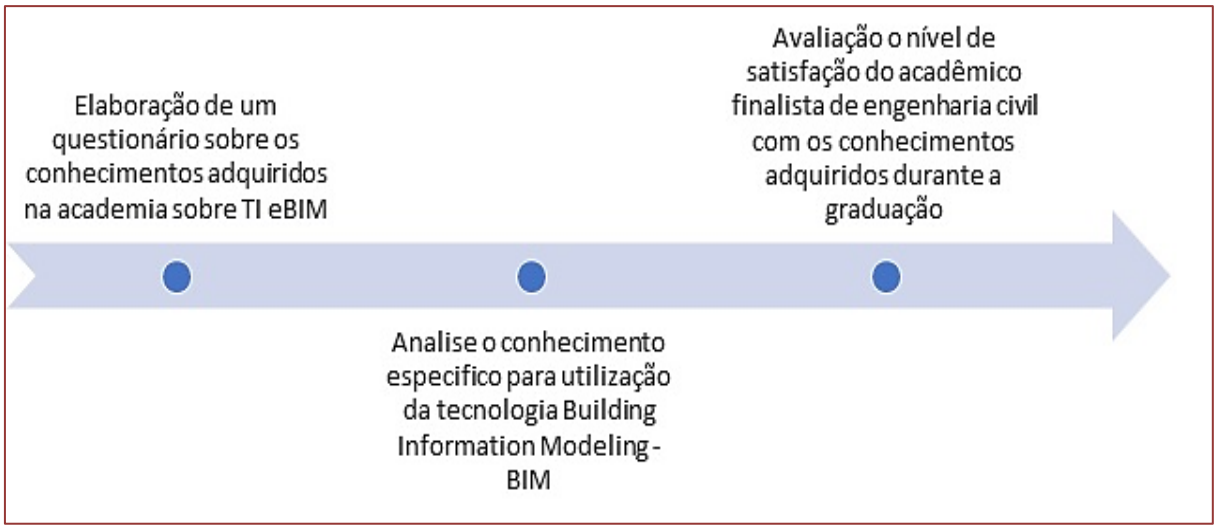
Os critérios de inclusão:

- Acadêmicos matriculados no ultimo período de engenharia civil;
- Acadêmicos que estiverem cursando no máximo duas disciplinas pendentes, concluindo o curso em 2022;
- Os que aceitarem voluntariamente participar deste estudo.
- Critérios de exclusão:
- Acadêmicos desperiodizados e/ou que tenham mais de duas disciplinas pendentes;
- Acadêmicos que não se encaixem no critério de inclusão.

A amostra foi determinada pelo calculo amostral respeitando os critérios de inclusão e exclusão com resultado de 39 participantes. Realizado em uma calculadora amostral virtual, com nível de confiança de 95% e margem de erro de 5%, disponível em: https://static.questionpro.com.

Para alcançar o objetivo geral de avaliar do conhecimento dos acadêmicos finalistas de Engenharia Civil sobre Tecnologia da Informação e tecnologia Building Information Modeling - Bim foram necessárias as seguintes etapas representadas na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2022)

3.1. ELABORAÇÃO DE UM QUESTIONÁRIO SOBRE OS CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS NA ACADEMIA SOBRE BIM.

Nesta etapa foi elaborado pelo próprio pesquisador o questionário utilizado na coleta de dados, contendo 16 perguntas abertas e fechadas elaboradas intuitivamente ao objetivo da pesquisa, com três segmentos: o primeiro continham perguntas mais generalistas sobre Tecnologias da Informação aplicadas a Engenharia Civil, fonte onde obteve o conhecimento, quais as tecnologias dominavam a prática, o segundo continham perguntas mais especificas sobre a tecnologia BIM, o conhecimento sobre a mesma, aptidão para utilizar e como adquiriu o conhecimento sobre, no terceiro os questionamentos eram direcionados pra satisfação do acadêmico com os conhecimentos ofertados na graduação, se estes estavam equiparados às necessidades do mercado de trabalho e a atribuição de um valor de 0 a 10 que melhor demonstrasse sua satisfação frente aos conhecimentos ofertados.

Em seguida aplicou-se esse questionário de segunda a sexta em turnos diferentes por 15 dias até que a amostra fosse alcançada.

3.2. ANÁLISE O CONHECIMENTO ESPECIFICO PARA UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA BUILDING INFORMATION MODELING - BIM

Nesta etapa foi utilizado o segundo segmento do questionário que compreendia conhecimento sobre a tecnologia Bim, a utilização, local e a forma que obteve o conhecimento sobre a mesma, em seguida os dados foram tabulados e transformados em gráficos no Excel® 2010. Desta forma se o percentual de acadêmicos que responderam positivamente tais questionamentos atingisse uma maioria simples, seria tido como satisfatório.

3.3. AVALIAÇÃO O NÍVEL DE SATISFAÇÃO DO ACADÊMICO FINALISTA DE ENGENHARIA CIVIL COM OS CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS DURANTE A GRADUAÇÃO

Nesta etapa foi solicitado que o acadêmico atribuísse um valor de 0 a 10 que melhor demonstrasse sua satisfação quanto aos conhecimentos adquiridos durante a graduação, posteriormente esses dados foram tabulados e transformados em gráficos no Excel® 2010 e tabelas para discussão.

Para interpretação foi utilizado o instrumento validado *Likert*, onde, de 0 a 6 foi interpretado como pouco satisfeito, 7 e 8 razoavelmente satisfeito e 9 e 10 satisfeito ou muito satisfeito. As falas dos participantes também foram utilizadas para reforçar qualitativamente os dados quantificados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise sócio demográfica dos dados, verificou-se que 69% dos participantes eram do sexo masculino, 23% feminino e 8% não identificou, com idade entre 21 e 42 anos.

4.1. ELABORAÇÃO DE UM QUESTIONÁRIO SOBRE OS CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS NA ACADEMIA SOBRE TI E BIM

Nesta etapa foram utilizados questionamentos elaborados por melhor compreenderem os objetivos deste estudo. Durante a coleta de dados observou-se a necessidade de ter aplicado previamente um piloto para filtrar o que melhor se aplicaria, evitando viés. O período de aplicação do questionário foi suficiente para que se alcançasse a amostra calculada com a confiabilidade de 95%.

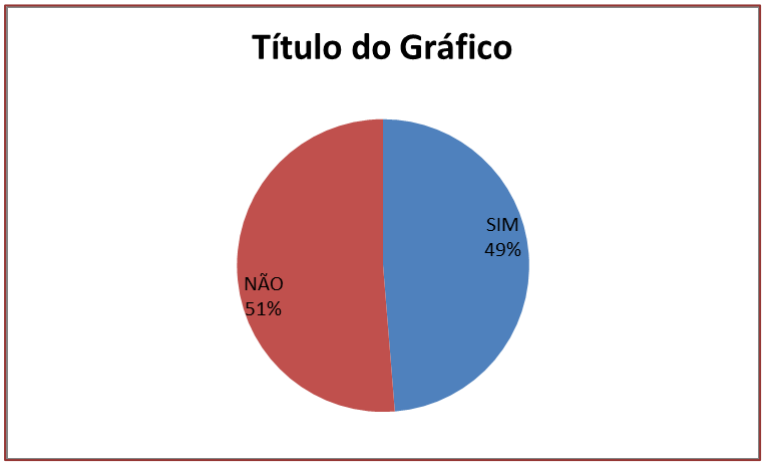
Os questionamentos elaborados permitiram a análise do conhecimento e da satisfação dos participantes atendendo aos objetivos deste estudo.

4.2. ANÁLISE DO CONHECIMENTO ESPECÍFICO PARA UTILIZAÇÃO DO MODELO BIM

Nesta etapa os questionamentos foram mais específicos sobre o modelo BIM, a saber: você conhece ou já ouviu falar do modelo BIM? Sabe utiliza-lo? Se sim, na graduação ou capacitação extracurricular? Qual atividade extracurricular?

O gráfico a seguir demonstra o percentual de participantes que conhecem ou ouviram falar do modelo BIM.

Figura 2. conhecimento sobre BIM



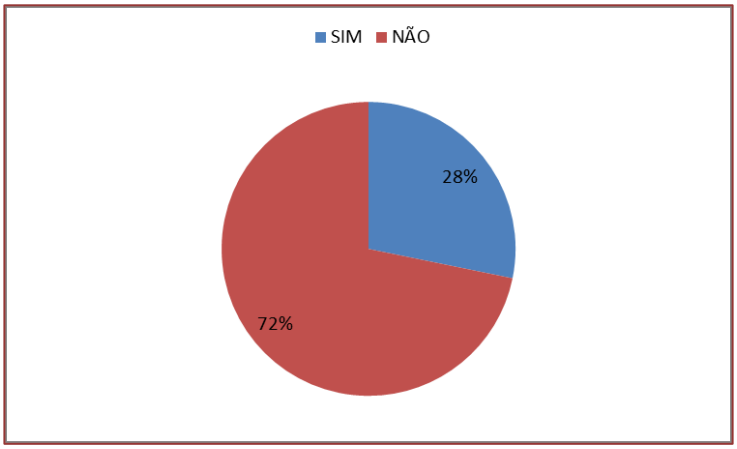
Fonte: Autoria própria (2022)

51% afirmam conhecer na teoria ou já ouviram falar o modelo BIM e 49% desconhecem.

Um percentual significativo afirma não conhecerem ou não trem ouvido falar sobre Bim, o que pode ser um viés gerado pela fusão dos questionamentos, uma vez que o local da pesquisa disponibiliza pelos menos cinco disciplinas que abordam tecnologias aplicadas a Engenharia Civil, e o estudo semelhante de Gomes, Amaral e Leite (2021) mostram para um percentual bastante inferior (8,8%) sobre os acadêmicos do município de Manaus que não ouviram falar de BIM.

Em seguida foi questionado os 51% que conhecem ou ouviram falar sobre BIM que conhecem ou sobre a aptidão para manusear o modelo BIM.

Figura 3. Aptidão para utilizar o modelo BIM

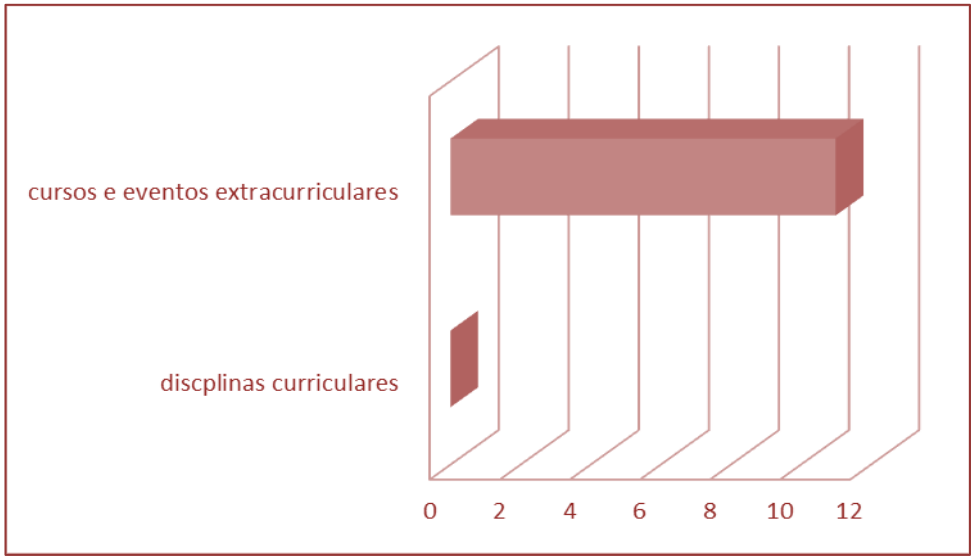


Fonte: Autoria própria (2022)

72% afirmaram que embora tenham ouvido falar não possuem o domínio pratico sobre BIM. 28% afirma que detêm o conhecimento necessário à prática, o percentual moderado mais superior ao demonstrado pelo estudo de Coelho et al (2022) dos acadêmicos do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Cariri – UFCA onde 7,7% tinham conhecimento razoável sobre BIM.

Aos 28% que responderam sim foi questionado o local/ ocasião de aquisição do conhecimento que o tornou apto, se na graduação ou em cursos e eventos extracurriculares.

Figura 4. Local de aquisição do conhecimento para o domínio do BIM



Fonte: Autoria própria (2022)

Todos os participantes que afirmaram aptos para utilizar o modelo BIM adquiriram o conhecimento necessário para tal em cursos e eventos extracurriculares. Segundo o estudo de Gomes, Amaral e Leite (2021) demonstra que somente 34,8% dos acadêmicos de Engenharia Civil não possuem na grade curricular de suas instituições de ensino para prática do BIM, o que justificaria os dados acima mencionados.

Embora os percentuais sobre conhecimento teórico e prático estejam abaixo do percentual estipulado para ser considerado satisfatório, esta acima da media de outras instituições do Brasil.

4.3. AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SATISFAÇÃO DO ACADÊMICO FINALISTA DE ENGENHARIA CIVIL COM OS CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS DURANTE A GRADUAÇÃO

Tabela 1: Valor atribuído à satisfação do acadêmico finalista

Valor atribuído ao nível de satisfação	Quantitativo de respostas
00	07
01	00
02	02
03	06
04	09
05	05
06	03
07	04
08	01
09	00
10	00

Fonte: Autoria própria (2022)

Foi solicitado aos participantes que atribuíssem uma nota de 0 a 10 de acordo com a satisfação apresentada com os conhecimentos adquiridos em TI e BIM durante a graduação onde um quantitativo significante atribui a nota mínima 0 e nenhum participante atribui as maiores notas 9 e 10.

A partir dos dados da Tabela 3 os dados foram interpretados da seguinte forma: 0 a 6 será interpretado como pouco satisfeito, 7 e 8 razoavelmente satisfeito e 9 e 10 satisfeito ou muito satisfeito.

Tabela 4: Satisfação dos participantes com os conhecimentos adquiridos sobre TI/BIM na graduação

Nível de satisfação	Quantitativo de participantes
Pouco satisfeito	32
Razoavelmente satisfeito	05
Muito satisfeito	00

Fonte: Autoria própria (2022)

Assim ficou evidenciado que a maioria dos acadêmicos finalistas do curso de Engenharia Civil da Faculdade onde este estudo foi realizado está pouco satisfeito com os conhecimentos adquiridos sobre TI e BIM, uma pequena parcela dos participantes está razoavelmente satisfeita e é inexistente os muito satisfeitos. Para Ribeiro, Pereira (2021) a qualidade do ensino está intimamente ligada a satisfação do acadêmico. O deficiente de conhecimento especifico para pratica do BIM e uma grade curricular que não contemple a temática estão relacionadas a insatisfação evidenciada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo geral deste estudo foi Avaliar o conhecimento do Acadêmico finalista de Engenharia Civil sobre Tecnologia da Informação e Building Information Modeling- BIM por meio de pesquisa de campo, o questionário elaborado evidenciou a necessidade de um piloto a fim de reduzir possíveis vieses. Os dados coletados evidenciaram que um percentual significativo dos participantes não ouviu falar ou não conhece o modelo BIM

Quanto ao conhecimento especifico para utilização da tecnologia Building Information Modeling- BIM, somente 26% esta apto ao manuseio, destes a totalidade adquiriu o conhecimento em cursos e eventos extracurriculares.

E em relação à satisfação do acadêmico finalista de engenharia civil com os conhecimentos sobre tecnologia da informação aplicada a Engenharia e BIM adquiridos durante a graduação, 32 dos 39 participantes estão pouco satisfeitos, onde o score 0 foi atribuído por 07 participantes e nenhum atribui 9 ou 10.

Convergente a hipótese constatou-se uma diacronia entre a evolução tecnológica e adaptação das instituições de ensino causando uma defasagem no conhecimento dos acadêmicos de Engenharia Civil.

Observou-se a durante a pesquisa de campo a necessidade de ouvir e analisar o corpo docente, que não foi possível pela indisponibilidade de espaço no cronograma.

Deste modo sugere-se um estudo que analise a grade curricular do curso de Engenharia Civil do local da pesquisa e posteriormente seja feita a oitiva do corpo docente bem como dos desafios encontrados pelos mesmos para transmitir conhecimentos em TI e BIM na graduação.

REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIATED GENERAL CONSTRACTORS OF AMERICA. AGC Contractor's Guide to BIM. AGC, 2006. Disponível em:<http//www.tpm.com/wp-content/uploads/2013/02/AGC_Guide_to_BIM.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2022.

[2] AUTODESK CONSTRUCTION CLOUD. Digital Transformation: The Future of Connected Construction. Disponível em: http://constructioncloud.autodesk.com/rs/572-JSV775/images/AutodeskIDC%20InfoBriefDX_The%20Future%20of%20Connected%20Construction.pdf Acesso em: 15 dez. 2022.

[3] AZHAR, S. Building Information Modeling (BIM): trends, benefits, risks, and challenges for the AEC Industry. **Leadership and Management in Engineering**, v. 11, n. 3, p. 241-252, 2011.

[4] BASTO, P.; JUNIOR, A. Ensino de BIM em curso de graduação em engenharia civil em uma universidade dos EUA: estudo de caso. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p. 45-61, out./dez. 2016.

[5] BRASIL. DECRETO Nº 9.377, DE 17 DE MAIO DE 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling. Brasília, DF, maio 2018.

[6] BARISON, M.; SANTOS, E. Ensino de BIM: tendências atuais no cenário internacional. Gestão & Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 6, n. 2, p. 67-80, dez. 2011.

[7] CHAGAS, C. V.; FERREIRA, T. V.; SOUZA, K. M. de. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NA ENGENHARIA CIVIL. **Rev. Terra & Cult**., Londrina, v. 38, n. especial, 2022.

[8] CHECCUCCI, E. Ensino-Aprendizagem de BIM nos Cursos de Graduação em Engenharia Civil e o Papel da Expressão Gráfica Neste Contexto. Salvador, 2014. 235 f. Tese (Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento) – Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

[9] CAMPBELL, B. J. Understanding information system: foundations of control. Massachusetts: Wintrop Publishes, 1997.

[10] COELHO FILHO, F. C. S.; FRUTUÔSO, J. F.; SOUSA, J. C. V.; LANDIM, K. M. de O.; BORGES, A. V. G. Difusão de conhecimentos BIM para acadêmicos do curso de engenharia civil da UFCA. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 4., 2022. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1–1. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/enebim/article/view/1950. Acesso em: 15 dez. 2022.

[11] EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. 2. Ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. 684 p.

[12] GODOY, V.; CARDOSO, C.; BORGES, M. BIM: desafios para um conceito em construção no ensino de arquitetura e engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 41., Gramado, 2013. **Anais...** Gramado: Cobenge, 2013.

[13] GONÇALVES, S. R.; BARBOSA, C. V.; SOUSA, L. H. C. H. DIAGNÓSTICO DA METODOLOGIA BIM ENTRE OS ANOS DE 2017 E 2019 NO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFC. In: XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia.

[14] HARARI, Y. N. The world after Coronavirus.2022. Disponível em:< https://www.ft.com/coronavirusfree>. Acesso em: 15 dez 2022.

[15] JUNQUEIRA, B. P. Aplicações da realidade virtual e realidade aumentada nos empreendimentos da construção Civil. Rio de Janeiro, 2021. 91 f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

[16] LANDIM, A. E. de F. G.. Os Obstáculos À Implantação da Tecnologia Bim Como Plataforma no Desenvolvimento de Projetos Na Construção Civil: Uma Revisão Sistemática De Literatura. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Bacharelado em Engenharia Civil) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. Campus Cajazeiras, 2020.

[17] MENEZES, A. M.; PEREIRA JUNIOR, M. L.; VIANA, M. L. S.; PALHARES, S. R. O BIM e os projetos de edificações: adequações e inadequações. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 15., 2011, Santa Fé, Argentina. **Anais**... Santa Fé: FADU/UNL, 2011. 1 CD-ROM.

[18] NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **National BIM Standard – United States Version 3**. NIBS building SMARTalliance: Washington, 2015. Disponível em: https://www.nationalbimstandard.org/. Acesso em: 02 nov 2022.

[19] PACHECO, W. A indústria 4.0 aplicada à construção civil Obra Prima. WEB 2021. Disponível em: https://blog.obraprimaweb.com.br/a-industria-4-0-aplicada-a-construcaocivil/. Acesso em: 15 dez. 2022.

[20] TURBAN, E.; MCLEAN, E.; WETHERBE, J. *Tecnologia da Informação para Gestão* 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

[21] PEREIRA, P.; RIBEIRO, R. A Inserção do BIM no Curso de Graduação em Engenharia Civil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 42., Juiz de Fora, 2014. **Anais...** Juiz de Fora: Cobenge, 2014.

[22] RAMOS, C. E. da S.; COSTA, I. G. da; MELLO, L. C. B. de B. Panorama Sobre Ensino Do Building Information Modeling - Bim E Construção Enxuta Nas Universidades Do Rio De Janeiro E De Niterói. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 38, n. 3, p. 145-155, 2019 – DOI: 10.37702/REE2236-0158.v38n3p145-155.2019

[23] RIBEIRO, I. M.; CORREIA, W. F. M.; CAMPOS, F. Setores acadêmicos que interferem na satisfação do aluno no ensino superior. **Acta Scientiarum. Education**, v. 43, n. 1, p. e50121, 7 abr. 2021.

[24] SANTOS, Renan Félix dos; et.al. Estudo da Modelagem do Software Revit com Foco nas Inovações da Tecnologia Bim. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Edição 09. Ano 02, Vol. 05. pp 30-50, Dezembro de 2017. ISSN:2448-0959.

[25] SILVA, Geraldo Mariano de Oliveira. Modelagem da informação para construção (BIM) na produção e gerenciamento de projetos de engenharia civil. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 04, Ed. 10, Vol. 01, pp. 38- 44. Setembro de 2019. ISSN: 2448-0959. Disponível em: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/modelagem-da-informac ao. Acesso em: 02 dez. 2022.

[26] SILVA, J. P.; AMARAL, G. R. B.; LEITE, Y. G. S. Disseminação do ensino BIM nas universidades do município de Manaus/AM. In: Tópicos em construção civil: tecnologia, inovação e metodologias aplicadas. Belo Horizonte, Editora Poisson 2021. Cap. 5.

[27] SODRÉ, Wyllyam Washington Borges. Tecnologia BIM: A importância do decreto 10306 na democratização da metodologia no país. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 06, Ed. 12, Vol. 07, pp. 66-85. Dezembro de 2021. Disponível em: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/decreto-10306. Acesso em: 02 dez. 2022.

[28] THEODORSON, G. A.; THEODORSON, A. G. **A modern dictionary of sociology**. London, Methuen, 1970.

[29] VIERA I.; ARAÚJO, T.; ROCHA, S. ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA DA INSERÇÃO DO BIM NAS UNIVERSIDADES. In: ENEBIM 2019 Planejamento de execução BIM educacional (em disciplina(s) ou cursos de graduação).

[30] VERSIANI, Rafael. ERP para construção civil: o que é e quais são os melhores? **ENotas** 2021. Disponível em: https://enotas.com.br/blog/erp-para-construcao-civil/. Acesso em: 03 dez. 2021.

Capítulo 3

Industrialização na construção civil com o uso de kits elétricos pré-fabricados

Beatriz Souza Nascimento

Resumo: A Construção civil industrializada é a transformação do canteiro de obras em uma linha de montagem, baseando-se na aplicação de um sistema pré-fabricado que chega ao canteiro pronto para ser montado. Este trabalho teve como objetivo geral analisar o desempenho de fabricação e instalação de materiais industrializados, usando o estudo de caso como método de pesquisa. Para isso foi necessário estabelecer os indicadores de produtividade, levantando as etapas do processo de industrialização e comparando os métodos de produção, onde pudemos constatar, que o processo do uso de kit elétricos foi executado à risca, seguindo todas as etapas e garantindo bons resultados de custo-benefício e tempo na execução das atividades no canteiro de obra. Constatou-se também a otimização dos processos construtivos em obras prediais com a industrialização e uso de kits elétricos pré-fabricados, que trazem mais controle de qualidade e desempenho na construção, eliminando algumas etapas dentro dos canteiros.

Palavras-chave: Kits industrializados. Produtividade. Qualidade.

1. INTRODUÇÃO

A industrialização na Construção Civil tem evoluído muito nas últimas décadas, evolução essa influenciada pela competitividade das empresas pioneiras desse mercado no país, levadas pelo desafio de como produzir mais e em menos tempo.

O aprimoramento das técnicas executivas utilizadas vem trazendo bons resultados, para as empresas que buscam produzir em grande escala com rapidez, reduzindo custo com mão de obra, padronizando processos e entregando produto de qualidade. Outro fator importante, é que devido o material vir pronto de fábrica com as dimensões certas, separado e embalado por apartamento, gera um impacto no prazo da obra, já que o tempo levado para a instalação diminui e o produto estando com qualidade, não gera possíveis retrabalhos.

Partindo desse entendimento, este artigo analisou o desempenho de fabricação e instalação do kit elétrico industrializados, por meio de estudos de caso, para mostrar os resultados da efetividade da industrialização na construção civil.

O estudo da industrialização na construção civil é benéfico academicamente para a análise de novos métodos construtivos, é uma tendência que tem se destacado no mercado das grandes construtoras nacionais e pouco se é estudado comparado com pré-moldados ou os tipos de construção seca.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O processo competitivo entre as empresas pioneiras do mercado de industrialização na construção civil no Brasil, onde cada empresa procura produzir mais e em menos tempo, tem evoluído muito. Entretanto neste estudo de caso, faz se necessário apresentar algumas fases da revolução industrial, para que possamos compreender melhor este processo de industrialização.

Para SILVA (2022), a Revolução Industrial foi o período de grande desenvolvimento composta de fases. A Primeira Revolução Industrial ocorreu em meados de 1765 com início na Inglaterra e tendo como ponto principal a mecanização dos processos, ou seja, a criação de máquinas que alavancassem e substituíssem o trabalho humano.

Na Segunda Revolução Industrial com o surgimento da eletricidade e petróleo como novas fontes de energia, a tecnologia passou a se desenvolver com um ritmo acelerado. E baseando-se em conhecimentos científicos em busca de mudanças observadas, conforme SILVA (2022), a mão de obra passou a ser mais qualificada uma vez que as formas de produção se tornam mais complexas com esses novos maquinários movidos a eletricidade.

Na Terceira Revolução Industrial, temos o surgimento da energia nuclear, com maior potencial, sendo marcada por equipamentos eletrônicos, telecomunicação e computadores. E na Quarta Revolução Industrial, conhecida como Indústria 4.0, conforme SILVA (2022), é caracterizada pela conexão de todas as etapas de produção, facilitando o alinhamento e a sinergia entre indústria, parceiros e fornecedores.

Pode se perceber então, que diante de tantas mudanças ao longo do tempo, o mercado geral está sempre em alteração e progresso para produtividade. Muitas áreas tiveram que mudar e se adaptar a este cenário, dentre elas a construção civil, que vem se desenvolvendo e agregando cada vez mais a industrialização em etapas construtivas, buscando otimizar velocidade e qualidade no cotidiano construtivo.

2.2. AS VANTAGENS DA INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A industrialização da construção vem sendo vista como uma solução operativa para a complexidade dos problemas que a área apresenta. E a procura por novas tecnologias tem estimulado a procura por redução dos custos finais através da racionalização dos materiais e das técnicas construtivas.

As evoluções na industrialização têm trazido inovações de sistemas na construção civil, entre elas a pré-fabricação das instalações prediais, com ênfase nas Instalações elétricas. De acordo com ORTEGA (2018), a industrialização das instalações em “kits” já é realidade nas principais construtoras do mercado nacional brasileiro, que buscam transformar o canteiro de obras em uma linha de montagem.

Vale mencionar que industrialização de kits elétricos na construção civil tem sido de muita importância, trazendo vantagens na redução de custos da obra, além de ser possível o acompanhamento na montagem destes kits, elevando assim, também a qualidade do material produzido.

Outro ponto importante é que as construtoras buscam maior velocidade em seus processos, em que o sistema de instalações prediais pode ser executado 50% mais rápido, reduzindo em até 70% a quantidade de trabalhadores no canteiro, reduzindo também o processo e os desperdícios.

MELHADO (2005) reforça que “Colateralmente, as técnicas e a produtividade, métodos e soluções inovadores ganharam importância, em resposta aos custos crescentes da mão de obra e ao aumento da exigência dos clientes’. Analisando a afirmativa do autor comparando com o que podemos verificar no canteiro de obra, percebe-se que o empreendimento que adere ao uso do kit elétrico industrializado consegue montar quatro apartamentos com a mesma equipe por dia, trazendo assim uma redução de 75% do tempo, transformando o time em quatro vezes mais produtivo. Fato este que traz vantagem sobre o método tradicional e artesanal, que reduz bastante o número de produtividade.

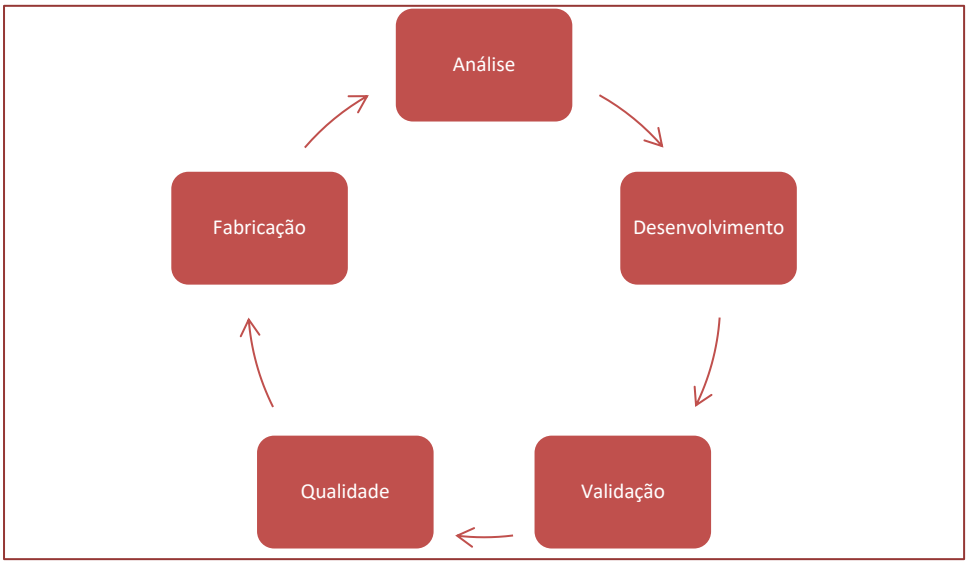
2.3. OS KITS ELÉTRICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O kit elétrico é uma grande inovação dentro do processo de industrialização na construção civil. É um material produzido em forma de chicote, denominado kit polvo, composto por caixinhas, eletrodutos e cabos.

Duarte & Bellan (2016) afirmam que o kit elétrico tem várias vantagens, como eliminação de desperdícios, fácil instalação diminuição dos riscos de extravios, produção em escala, eliminação de problemas elétricos por falha no processo de conexões e aquecimento, redução da necessidade de mão de obra especializada e realização de teste em linha de produção

Para a industrialização dos kits elétricos pode se constatar que é necessário fazer a análise dos projetos, juntamente com o levantamento de materiais, elaboração de guia executivo, montagem do kit validação, acompanhamento de controle e qualidade de cada material fabricado, e após aprovação de todas essas etapas se dá início a fabricação, conforme apresentado na figura 1.

Figura 1. Fluxograma das etapas para industrialização



Fonte: Autoria própria (2022)

A produção dos kits é sempre acompanhada e monitorada, buscando seguir o procedimento de execução de serviço de forma correta, evitando erros e retrabalhos. Um dos pontos positivos desses acompanhamentos é a identificação de todos os pontos, facilitando a rastreabilidade de possíveis correções ou alterações.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O procedimento técnico de Pesquisa Bibliográfica foi utilizado através de materiais já elaborados, constituído principalmente de livros e artigos científicos, onde através da leitura realizada nestes materiais pode-se verificar o contexto da temática pesquisada.

Neste estudo de caso, um método de pesquisa ampla sobre o assunto específico, permitindo aprofundar o conhecimento, buscamos subsídios para a investigações sobre a temática. E para alcançar o objetivo geral de analisar o impacto no prazo e na qualidade de fabricação e instalação dos materiais industrializados, seguimos as seguintes etapas, conforme apresentada na Figura 2.

Figura 2. Fluxograma das etapas do estudo

Fonte: Autoria própria (2022)

3.1. ESTUDO DE CASO

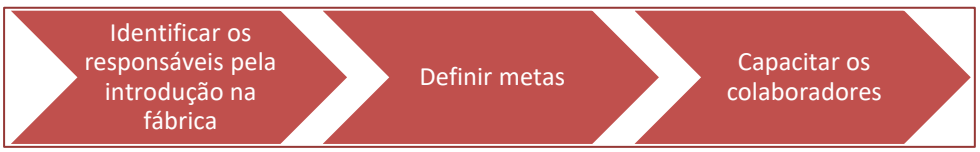
Nesta pesquisa realizamos o estudo de caso do kit elétrico para uma obra residencial composta por três torres com um total de 192 apartamentos dispondo de dois quartos, um banheiro, cozinha, sala de estar e jantar, área de serviço e varanda, localizada no Bairro Planalto (Manaus-AM).

Comparamos a produtividade de fabricação dos kits com duas empresas, uma com estrutura de instalação convencional (in loco), outra com instalação industrializada. O teste foi feito por cronometragem na fabricação e instalação do kit elétrico composto por: Kit polvo (parede e laje) e Kit disjuntores (QDC.

3.2. ESTABELECENDO OS INDICADORES DE PRODUTIVIDADE

Para a industrialização é importante garantir que um processo seja executado à risca. Foi necessário a elaboração de um fluxograma de processos, apresentado na Figura 3.

Figura 3. Fluxograma de processos



Fonte: Autoria própria (2022)

No processo para produção é primordial identificar os responsáveis pela introdução na fábrica, ou seja, os fornecedores que darão as entradas materiais para a fabricação dos kits. Ao estabelecer quais os materiais serão necessários na fabricação, é preciso verificar sua procedência, qualidade dos insumos fornecidos e se estão normatizados com a NBR 5410 (2004) para Instalações elétricas de baixa tensão.

Logo após vem a definição de metas para o que produzir e quanto produzir semanalmente, de acordo com quantidade de mão de obra disponível e quanto um operador de linha em média deve produzir diariamente para alcançar as metas

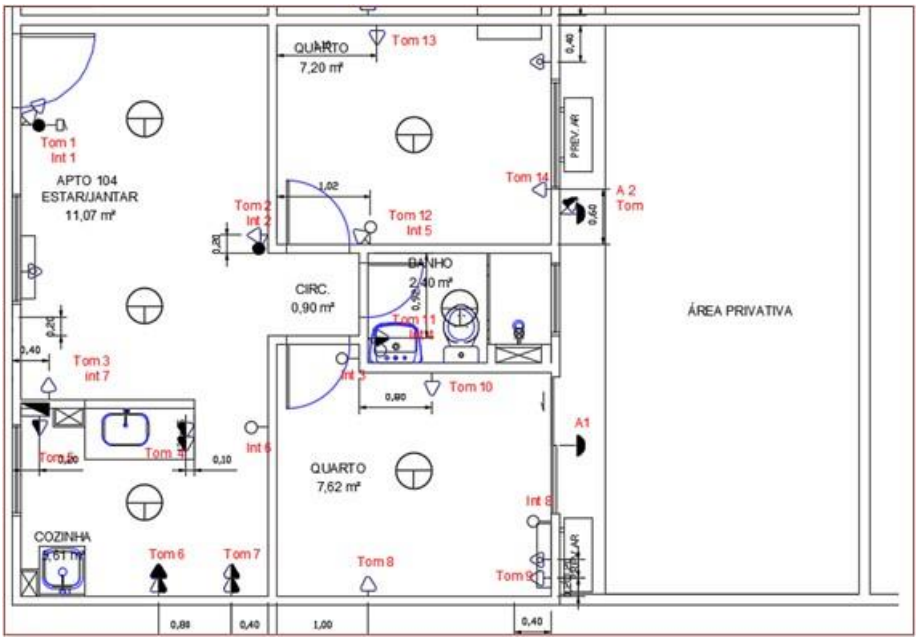
estipuladas e esperadas. Com isso qualificar essa mão de obra para que os processos sejam cada vez mais intuitivos na realização, estabelecendo um padrão de eficiência e continuidade, identificando os gargalos produtivos, pontuando as melhorias e excluindo da rotina atividades que não agregam valor e geram retrabalhos.

3.3. LEVANTANDO AS ETAPAS DO PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO

Todo processo de industrialização é seguido de um padrão de execução. E para este estudo foi seguido um padrão, desde o recebimento da demanda, a compra de material, até chegar no produto final. O estudo dos projetos elétricos do empreendimento como etapa inicial, viabilizou os possíveis erros e alterações a serem colocadas em questão, na elaboração do caderno executivo do kit.

O caderno executivo do kit se trata do material de apoio utilizado pelo operador de linha para fabricação. É um espelho do projeto contendo as informações necessárias de todos os pontos, medidas e material utilizado, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4. Enumeração de pontos



Fonte: Autoria própria (2022)

3.4. COMPARANDO OS MÉTODOS PARA PRODUÇÃO

A utilização de kit proporciona uma produção em série, que gera rapidez aliada a qualidade final do produto. Para isso foi cronometrado a produção e instalação do material elétrico por meio dos dois métodos analisados: o convencional e industrializado.

Identificando as técnicas de execução, tempo de instalação, quantidade de mão de obra utilizada e custo gasto até a entrega final, pode se observar in-loco e analisar a forma mais eficiente para o operador produzir com o mínimo de desperdícios, racionalizando etapas e otimizando processos.

Diante deste acompanhamento de forma presencial no canteiro de obra que utiliza a produção de kits elétricos, pode se perceber os ganhos tanto em material com qualidade, construído de forma específica, como na agilidade na execução dos projetos.

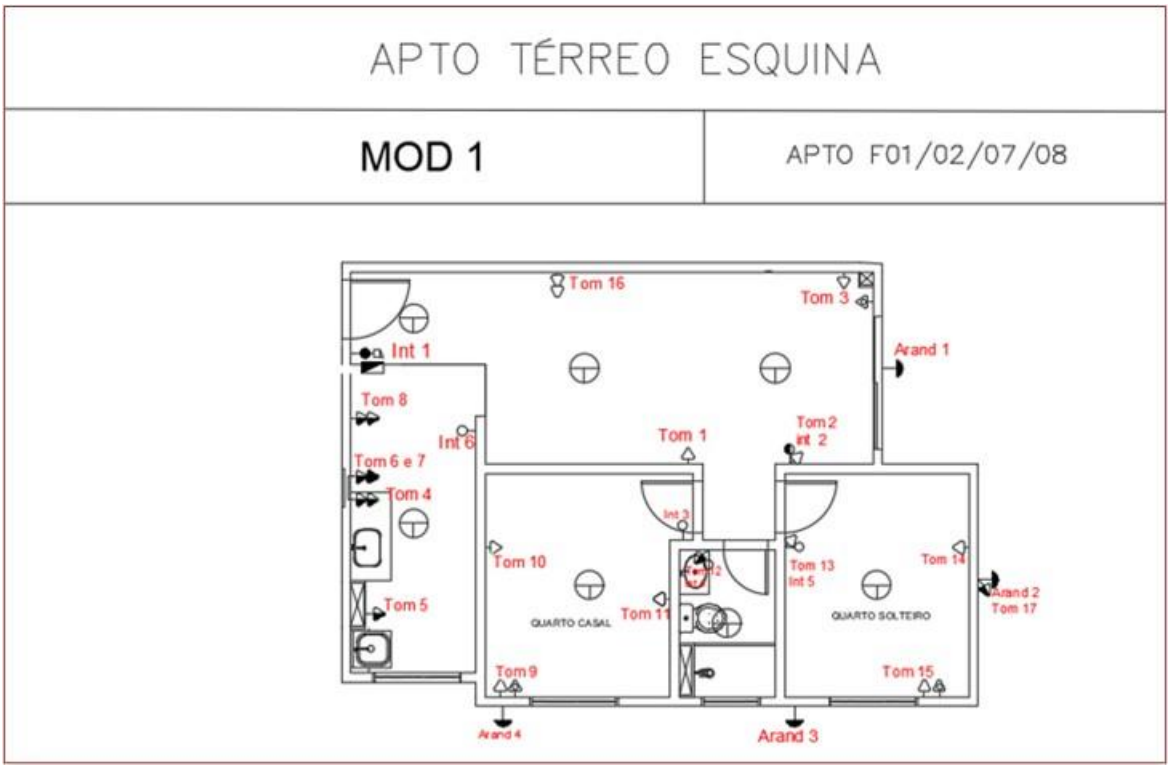
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo de caso podemos constatar a otimização do processo construtivos em obras prediais com o uso de kits elétricos pré-fabricados, fato este que traz mais controle de qualidade e desempenho na construção. Este método de trabalho tem seu material de apoio específico, que passaremos a detalhar no próximo tópico.

4.1. ELABORAÇÃO DO CADERNO EXECUTIVO DOS KITS

O caderno executivo é um material de apoio para obra e fábrica, que auxilia tanto na fabricação do kit quanto na instalação dele. Através da análise do projeto é identificado e numerado todos os pontos, o que ajuda na rastreabilidade de futuros erros ou ausência de material, conforme demostrado na Figura 05.

Figura 05. Identificação e numeração dos pontos



Fonte: Autoria própria (2022)

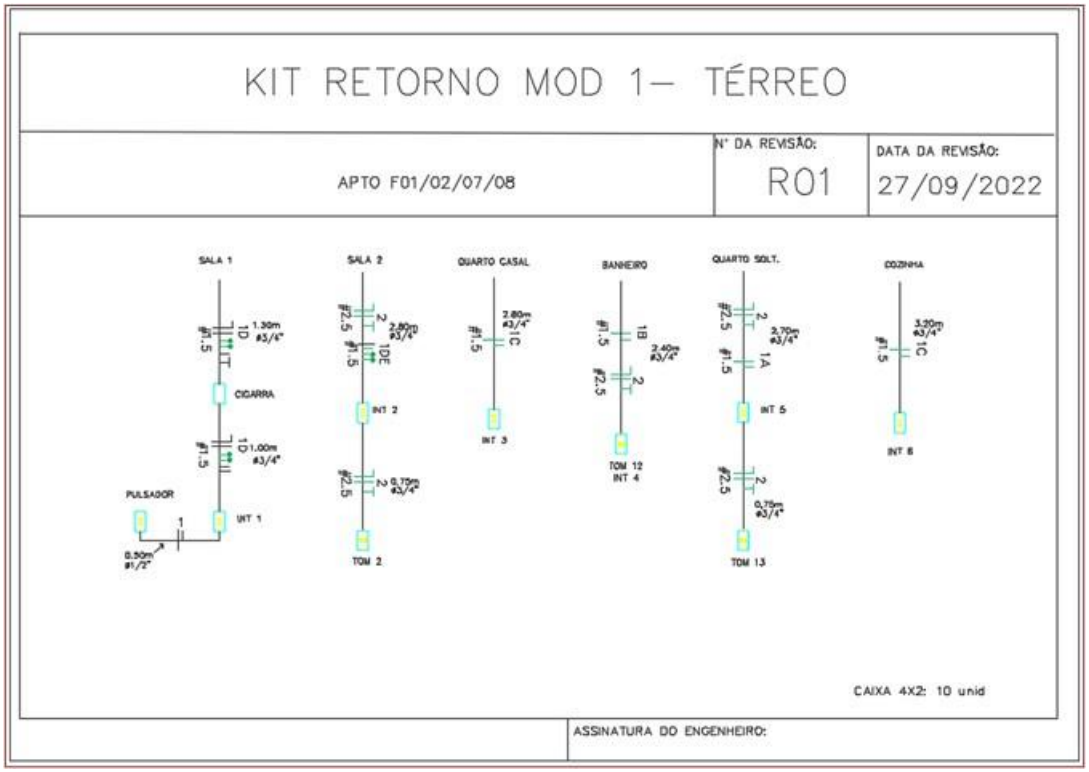
Para a elaboração desse caderno com os pontos definidos, é coletado e identificado as informações com o tipo e quantidade de caixinha, circuitos e metragem necessários para fabricação, o que ajuda na rastreabilidade de futuros erros ou ausência de material.

Outro fator importante no processo deste trabalho é que os kits de apartamento são divididos entre laje e parede e subdivididos em:

- Kit de laje
  - ✓ Iluminação A
  - ✓ Iluminação B
- Kit de parede
  - ✓ Retorno
  - ✓ Tomada
  - ✓ Comunicação (sistemas)
  - ✓ QDC

Nesse material também é especificado os modelos de kit que são utilizados por apartamento dependendo da sua tipologia onde temos o kit retorno conforme exemplificado na Figuras 06.

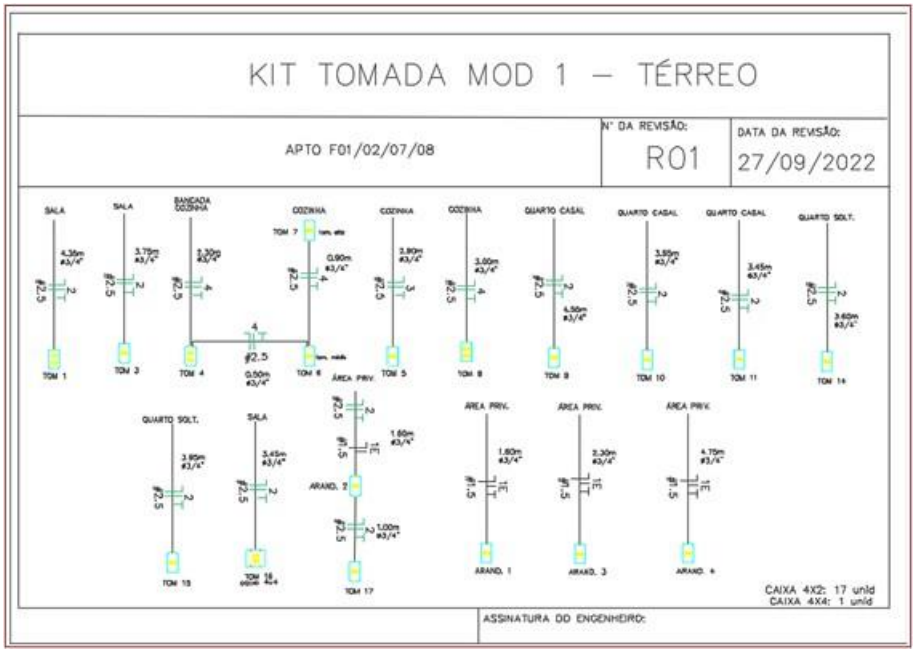
Figura 06. Modelo de kit retorno



Fonte: Autoria própria (2022)

O kit tomada, conforme exemplificado na Figuras 07, é uma outra tipicidade de kit que faz parte do caderno executivo, material este que guia todo o processo de execução dos serviços necessários dentro da obra.

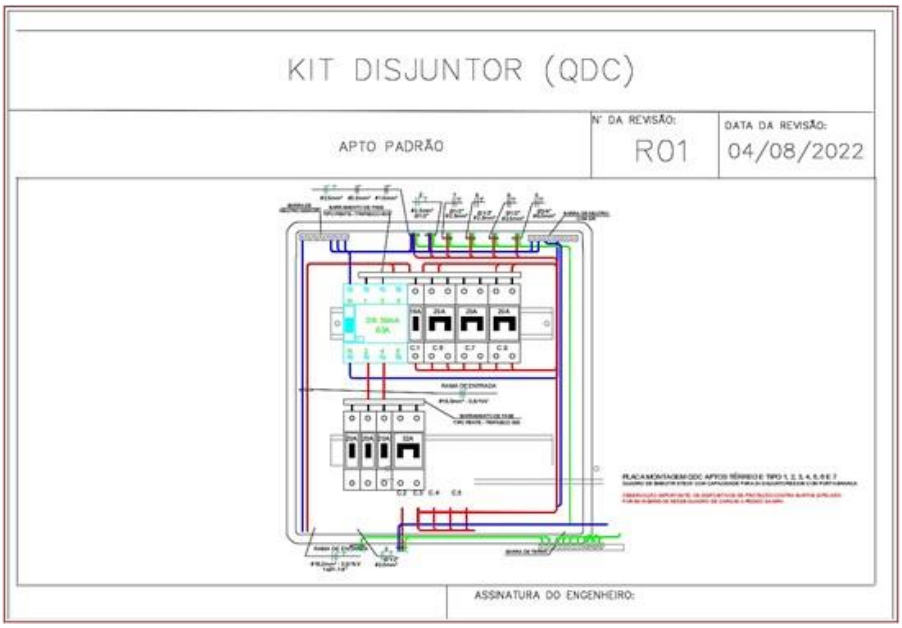
Figura 07. Modelo de kit tomada



Fonte: Autoria própria (2022)

Já para a elaboração do Kit QDC foi analisado o quadro de distribuição e o detalhamento de como o quadro deve ficar depois de montado, conforme demostrado na figura 08.

Figura 08. Modelo de kit QDC



Fonte: Autoria própria (2022)

4.2. MONTAGEM, IDENTIFICAÇÃO E ENVIO DO KIT

Após a elaboração do caderno executivo, inicia-se montagem dos kits, separação e organização, conforme figura 09, para a entrega nos espaços já definidos.

Figura 09. Linha de produção

Fonte: Autoria própria (2022)

Acompanhando o trabalho dos colaboradores, desde o processo de produção até o momento da entrega destes kits, pode se constatar a qualidade e custo-benefício desta forma de trabalho dentro do canteiro de obras.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo de caso teve como objetivo geral analisar o desempenho de fabricação e instalação dos materiais industrializados, e pode-se constar nesta pesquisa que de fato a instalação destes materiais tem uma grande inovação dentro canteiro de obra.

A aplicação de um sistema pré-fabricado chegando ao canteiro pronto para ser montado é uma novidade dentro da construção civil, que de fato veio para fortalecer e incrementar o trabalho dos empreendedores da construção civil.

Pode se constatar também que os indicadores de produtividade, as etapas do processo de industrialização e o método de produção dos kits elétricos pré-fabricados são executados seguindo um cronograma e garantindo bons resultados de custo-benefício e tempo na entrega dos imóveis.

Constatou-se também a otimização dos processos construtivos em obras prediais com a industrialização e uso de kits elétricos pré-fabricados, pois estes, de fato trazem mais controle de qualidade e desempenho na construção e trazendo mais agilidade dentro dos canteiros de obras.

REFERÊNCIAS

[1] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, “NBR 5410: Instalações elétricas em baixa tensão”, 2004.

[2] _____, “NBR 13352: Elaboração de projetos de edificações - Arquitetura”, 1995.

[3] _____. NBR 15575: Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013

[4] ASTRA. Chicote Elétrico para Alvenaria Estrutural. ASTRA, 2019. Disponível em: < https://astra-sa.com/construtoras/produto.asp?id_produtoWebConstrucaoCivil=521 >. Acesso em: 16 dezembro 2022. BERTI, David de Castro. Desenvolvimento de procedimento de produção de kits de instalações elétricas residenciais por meio de BIM. 2021.

[5] BAIMA, Glória Maria Nina. Manual para normalização de trabalhos acadêmicos. São Luís: Eduema, 2014

[6] BRUNA, Paulo J. V. Arquitetura, Industrialização e Desenvolvimento. São Paulo: Perspectiva S.A., 1976.

[7] CAMINHO ATÉ A INDÚSTRIA 4.0: OS DESTAQUES DAS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS. A voz da industria. Disponível em: https://avozdaindustria.com.br/industria-40-totvs/caminho-ate-industria-40-os-destaques-das-revolucoes-industriais Acesso em: 20 outubro. 2022.

[8] COMIN, Antônio Frederico. ABNT NBR 5410/2004, Choque elétrico e Condutores. 2013.

[9] CONSTRUÇÃO CIVIL. Ambar. Disponível em: https://www.ambar.tech/blog/padronizacao-e-produtizacao-sao-caminhos-para-elevar-a-produtividade-na-construcao-civil. Acesso em: 20 outubro. 2022.

[10] Coletti, Lucas Barravieira, and José Eduardo De Mendonça. "VANTAGENS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DOS MATERIAIS HIDRÁULICOS (KITS) APLICADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL."

[11] CREDER, H. Instalações Elétricas. São Paulo: LTC. 2008

[12] FARIA, Renato. Industrialização econômica. **Revista TÉCHNE**, v. 136, 2008.

[13] HOBSBAWM, Eric J. A Era das Revoluções 1789-1848. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014, p. 59

[14] LUIZ, E. D.; CÉSAR, J. B. Instalação elétrica otimizada para a Construção Civil. Engenharia Elétrica pelo Claretiano - Centro Universitário. Rio Claro. 2016

[15] MOREIRA, Gabriela Lúcia Andrade. Inovação tecnológica e aplicação de novos sistemas construtivos nas instalações hidráulicas e sanitárias. **Trabalho de conclusão de curso–Universidade Federal de Minas Gerais, Belo horizonte**, 2010.

[16] OLIVEIRA, Alexandre Silva de. Gestão de projetos de inovação para industrialização da construção civil. 2021.

[17] ORTEGA, Gustavo Alves. KITS HIDRÁULICOS INDUSTRIALIZADOS. Disponível em: http://www.abrasip.org.br/kits-hidraulicos-industrializados-engo-gustavo-alves-ortega/. Acesso em: 20 mar. 2021.

[18] SCHNEIDER, MATHEUS VICTOR. ANÁLISE DO PROCESSO EXECUTIVO DE PAREDE DE CONCRETO DE UMA EDIFICAÇÃO LOCALIZADA EM PORTO ALEGRE/RS: ESTUDO DE CASO. 2022.

[19] SILVA, Daniel Neves. "Revolução Industrial"; Brasil Escola. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/historiag/revolucao-industrial.htm. Acesso em 14 de novembro de 2022.

Capítulo 4

Implantação de acessibilidade em pontos turisticos no municipio de Rio Preto da Eva/AM

Iuri Freitas de Souza

Resumo: Este artigo teve a finalidade de falar sobre a necessidade da acessibilidade urbana, tendo como principal seguimento a falta de acessibilidade urbana em pontos turísticos no município de Rio Preto da Eva-Am. Com objetivo geral de estudar as adaptações para acessibilidade em pontos turísticos, por meio de pesquisa documental. Para isso foi necessário estar levantando os requisitos para acessibilidade nos pontos turísticos, por meio de pesquisa documental, avaliando as adaptações no local conforme os requisitos necessários, por meio de levantamento de campo e elaborando um projeto com adequações nos pontos turísticos, por meio de produção gráfica. Obtivemos os resultados que, apesar de ter algumas coisas dentro da norma, ambos os pontos turísticos não estão seguindo os requisitos mínimos, chegando a conclusão que tem muitas alterações a ser feita nestes ambientes para a melhoria e inclusão das pessoas.

Palavras-chave: Acessibilidade. Ponto Turístico. Rio Preto da Eva.

1. INTRODUÇÃO

Acessibilidade é a qualidade do que é acessível, ou seja, é aquilo que é atingível, que tem acesso fácil. É um substantivo feminino que está relacionado àquilo que tem facilidade de aproximação, no trato e na aquisição. A acessibilidade cada dia mais sendo uma preocupação constante da construção civil em um todo. Ela está ligada ao fornecimento de condições às pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, para a utilização com segurança e autonomia, total ou assistida, dos espaços públicos ou coletivos.

O direito à acessibilidade vem promovendo, através de órgãos públicos ou privados, diversas mudanças nas condições de acesso a esses espaços. Essas construções constitui em rampas, a adaptação dos equipamentos, do mobiliário, do transporte coletivo e dos sistemas e meios de comunicação e informação. Assim, permite às pessoas com deficiência uma maior aproximação aos serviços prestados à coletividade.

A cidade de Rio Preto da Eva-Am no interior do amazonas é popularmente conhecida como uma cidade turística, onde toda semana milhares de pessoas realizam visitas em todos os seus pontos turísticos por sua facilidade de acesso na rodovia Am-010, sendo assim de grande necessidade a acessibilidade em seus pontos turísticos que são alvo de tantas visitas, para ter cada vez mais a inclusão e conforto de todos as pessoas.

Por está razão o objetivo geral deste artigo foi estudar as adaptações para acessibilidade em pontos turísticos, por meio de pesquisa documental, avaliando a viabilidade técnica e econômica. Seguindo a NBR-9050 que trata sobre Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos e estabelece critérios e parâmetros técnicos a serem observados quanto ao projeto, construção, instalação e adaptação do meio urbano e rural, e de edificações às condições de acessibilidade. Utilizando a NBR como base de estudo, foram seguidos os objetivos específicos de levantar os requisitos para acessibilidade em pontos turísticos, por meio de pesquisa documental, avaliamos as adaptações no local conforme os requisitos necessários, por meio de levantamento de campo e elaboráramos um projeto de adequação nos pontos turísticos, por meio de produção gráfica.

Esse estudo foi de grande importância academia por ser de suma importância a construção civil, para abrir novos caminhos e estudos sobre o assunto, trazer inovações e soluções para melhoria de vida de PDCs.

Foram abordados neste artigo sobre acessibilidade urbana, mobilidade urbana para PDCs e acessibilidade em pontos turísticos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. ACESSIBILIDADE URBANA.

As barreiras que enfrentamos diariamente já são enormes, mas as barreiras arquitetônicas e que existem no meio urbano são maiores ainda, podemos usar como exemplos escadas íngremes, portas estreitas, degraus na entrada dos lugares e pisos escorregadios. Hoje a palavra diversidade tem que ser usada de todas as formas e e em todos os locais, para se ter uma sociedade que abrangem a todos temos que respeitar a todas as diversidades físicas. (Almeida, E., Giacomini, L. B., & Bortoluzzi, M. G. 2013).

Foi abordado neste tópico sobre a acessibilidade urbana, o que é necessário para atingir uma acessibilidade com qualidade para que todos os públicos possam ser incluídos e atendidos em todos os aspectos.

Com a lei brasileira de inclusão se faz ainda mais necessário a inclusão da acessibilidade em todos os ambientes e locais, algo que ainda esta em crescimento, mas que é de muita importância, já se fazer o projeto e incluir todos os parâmetros que são de acordo da NBR-9050-2020 para a total inclusão das pessoas.

De acordo com o IBGE (2022) 45 milhões de brasileiros tem alguma deficiência, sendo o total de 24% da população precisa de acessibilidade para inclusão em todos os meios e locais

A acessibilidade não é somente para pessoas com alguma tipo de deficiência, mas engloba toda a sociedade pois todos iremos precisar em algum momento, seja de maneira geral ou especifica, temporária ou permanentemente, um espaço urbano é um direito de todos independente de condição física, psíquica ou social (de Paula Ferreira 2016). Segundo o IBGE (2022) hoje se tem 31,2 milhões de idosos que utiliza no seu dia a dia algum tipo de acessibilidade. Segurança e autonomia são principais motivos para se procurar uma acessibilidade de qualidade para pessoas que utilizam.

2.2. MOBILIDADE URBANA PARA PCDS.

Uma cidade coerente tem que ser segura, saudável e acima de tudo respeitar a todos, de uma forma funcional, compreensível, com informações claras, com disposição de espaços e ética acima disso, para que mobilidade e acessibilidade andem lado a lado para fazer uma cidade funcional e com dificuldades reduzidas (Teixeira, 2015)

Mobilidade não se trata apenas de transporte, mas também de todo um planejamento que propicia o deslocamento para todas as pessoas. (dos Santos Costa, A. C. C., Fonseca, L. C. C., & Rosa, M. D. F. L., 2022). E são justamente esses os vilões para as PCD's ou PNE's (Pessoas com Deficiência ou Pessoas com Necessidades Especiais) no país.

Acessibilidade é o direito de qualquer um para aproveitar produtos e serviços ou informações que pertencem da vida, de uma sociedade, livre de capacidade culturais, aspectos sociais e físico-motoras (a Ruas esburacadas, rampas destruídas ou inacabadas, calçadas sem espaço algum para cadeirantes em vias de grande movimento, banheiros sem adaptações, estabelecimentos sem elevadores e pontos de ônibus. São necessidades que são de grande importância para o dia a dia dessas pessoas, e que necessita de melhorias para assim atender a todos.

A mobilidade é o algo necessário na vida de todos, onde o direito de ir e vir está na Constituição brasileira, com isso temos a obrigação de incluir todos para realizar esse direito da mobilidade urbana.

A segurança que uma mobilidade urbana traz para todos é algo imprescindível, só em 2019, segundo mostram os dados do IBGE mais de 30 mil pessoas morreram por conta de algum acidente que envolve a mobilidade urbana.

A necessidade de inclusão no mundo em que vivemos é algo incontestável, precisamos abraçar e incluir todos, de alguma forma com algum ato, as PCDs já passam por diversos problemas, e a inclusão na mobilidade urbana é algo que ajuda contra

doenças como depressão que no ano de 2022 afeta 5,8% da população brasileira que da em media de 11,5 milhões de casos segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde).

2.3. ACESSIBILIDADE EM PONTOS TURÍSTICOS.

Percebe-se que as estatísticas sobre pessoas portadoras de deficiência física são instáveis, ocorre porque o termo deficiência pode mudar dependendo do contexto (Almeida, 2009,p 464).

Seguindo a NBR-9050/2020 ela cita que "todos os espaços, edificações, mobiliários e equipamentos urbanos que vieram a ser projetados, construídos, montados e implantados, bem como as reformas e ampliações de edificações e equipamentos urbanos, devem atender ao disposto nesta norma para serem considerados acessíveis"

A acessibilidade em pontos turísticos esta sendo um novo aspecto para o desenvolvimento econômico e social, buscando condições adequadas para permitir a apropriação de cenários do turismo por parte de uma população constituída por pessoas com dificuldades de locomoção ou com outras necessidades. (Borges, A. B. D. A. -2009)

O país não oferece condições ideias e necessários para a acessibilidade no turismo, com isso milhares de pessoas encontram-se à margem do processo de usufruir do lazer, não por vontade própria, mas por não existir infraestrutura de acesso e pessoas capacitadas que os insiram na atividade. (Albuquerque, Judithe da Costa Leite 2012)

A pesquisa aplicada tem objetivo de gerar conhecimentos de aplicações prática para problemas específicos, se vem de uma necessidade a melhoria na acessibilidade nos pontos onde vai ser realizado a pesquisa, pelo fato ser locais de bastante visita onde deixa a desejar em alguns pontos que são importantíssimos para atingir e incluir a todos os públicos como se faz necessário na nossa sociedade de hoje.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Figura 1. Fluxograma das etapas da pesquisa de acessibilidade.

Fonte: Autoria própria (2022)

3.1. ESTUDO DE CASOS SOBRE OS PONTOS TURÍSTICOS.

O município de Rio Preto da Eva fica localizado a 74km da capital do estado, Manaus-Am, um município muito conhecido por sua beleza natural, seus igarapés de

águas geladas e o popularmente conhecido cristo redentor, no qual ambos foram inseridos neste estudo de caso, o Balneário Municipal da cidade e o Mirante Pastor Severo Câmara (cristo redentor), ambos foram escolhidos para estudo por conta do grande fluxo de pessoas que os visitam diariamente, sendo alvo central da cidade e tendo que ter uma estrutura para receber a todos os públicos.

O fluxograma apresentado a cima parte deste ponte que o estudo comece nesses dois ambientes que são pontos turísticos, onde se inicio com o Levantamento do Requisitos mínimos para acessibilidade em geral, seguindo para o segundo quesito que é avaliar a as adaptações nos locais conforme os requisitos necessários e pra concluir o fluxograma elabora um projeto com as adequações que foram levantadas durante o estudo para assim finalizar o caso.

3.2. LEVANTAMENTO DOS REQUISITOS PARA ACESSIBILIDADE.

Realizamos o estudo através da NBR-9050 que é a norma regulamentadora de acessibilidade, realizamos também pesquisa de dados em artigos, livros e na internet. Começamos com a primeira leitura e grifando quais pontos importantes, na segunda leitura foi sendo anotado e classificado por ordem de importância o que se faz mais necessário em todos os locais estudados, por último foi feito mais uma busca em todos os meios para revisar e ver que nada foi esquecido, fizemos este estudo listando em planilha do que for coletado na pesquisa, para assim saber o que se é necessário de acessibilidade em pontos turísticos.

3.3. AVALIAÇÃO DAS ADAPTAÇÕES NO LOCAL CONFORME OS REQUISITOS NECESSÁRIOS.

Finalizamos a primeira etapa, em seguida os pontos turísticos (Mirante Pastor Severo Câmara e o Balneário Municipal) que foram escolhidos por sua grande demanda de visitantes sendo assim de grande importância o estudo neles. Com a planilha de requisitos mínimos em acessibilidade feita na primeira etapa, faremos o levantamento de requisitos necessários nos locais escolhidos, indo ao local, listando, medindo, tirando fotos, verificando o que está e o que não está de acordo com a NBR-9050, e com os estudos realizados, as fotos serão de grande importância para este estudo para assim mostrar casos e listar o que está ou não estar dentro dos padrões requeridos para poder seguir para a terceira etapa.

3.4. ELABORAÇÃO DE UM PROJETO DE ADEQUAÇÃO NOS PONTOS TURÍSTICOS.

Com as duas primeiras etapas finalizadas, iniciamos o processo de adequação e melhoria, onde será feito um projeto gráfico em 2d no software AutoCad em autoria própria, com a planta baixa do local e mostrando onde foram as adequações, com o intuito de mostrar onde estavam os erros em forma de projetos, para que a partir deles pudéssemos partir na busca de recursos para alterar os ambientes, para assim pudéssemos ver onde estão e como ficaram as mudanças que ocorrerão e assim vislumbrar de um projeto que vai dar muita alegria e melhoria as pessoas que necessitam.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. REFERENCIAL TEÓRICO

O indicadores a seguir tem como base os parâmetros normatizados pela ABNT NBR 9050:2020.

- Vagas de estacionamento

Item 6.14 da NBR 9050: Há dois tipos de vagas reservadas:

a) para os veículos que conduzam ou sejam conduzidos por idosos; e

b) para os veículos que conduzam ou sejam conduzidos por pessoas com deficiência.

Itens 6.14.1 e 6.14.1.1 especificam: A sinalização vertical das vagas reservadas deve estar posicionada de maneira a não interferir com as áreas de acesso ao veículo, e na circulação dos pedestres.

As vagas para estacionamento para idosos devem ser posicionadas próximas das entradas, garantindo o menor percurso de deslocamento.

Figura 2: Exemplo de identificação de vaga para deficiente.

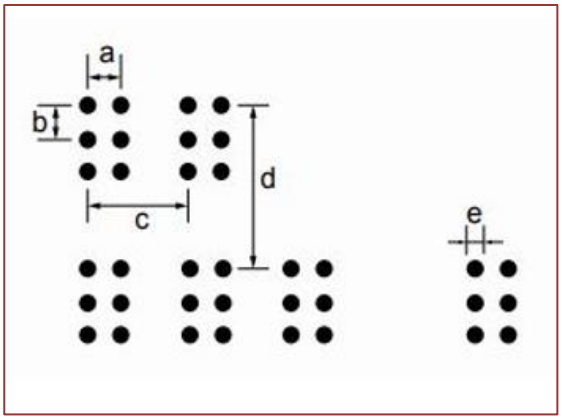
Fonte: ABNT NBR 9050:2020

- Sinalizações

O Item 5.2.4.2: Sinalização utilizada para indicar direção de um percurso ou a distribuição de elementos de um espaço e de uma edificação. Na forma visual, associa setas indicativas de direção a textos, figuras ou símbolos. Na forma tátil, utiliza recursos como linha guia ou piso tátil. Na forma sonora, utiliza recursos de áudio para explanação de direcionamentos e segurança, como em alarmes e rotas de fuga. As informações podem ser transmitidas por meios de sinalizações visuais, táteis e sonoras.

Para textos e símbolos táteis, a altura do alto relevo deve estar entre 0,8 mm e 1,2 mm. Recomendam-se letras em caixa alta e caixa baixa para sentenças, e em caixa alta para frases curtas, evitando a utilização de textos na vertical, seguindo o item 5.2.9.2.1

Figura 3: Arranjo geométrico dos pontos em braile e formato do relevo



Fonte: ABNT NBR 9050:2020

O Item 5 da NBR-9050 vem todo explicando sobre: As informações devem ser completas, precisas e claras. Devem ser dispostas segundo o critério de transmissão e o princípio dos dois sentidos.

A sinalização deve ser autoexplicativa, perceptível e legível para todos, inclusive às pessoas com deficiência. Recomenda-se que as informações com textos sejam complementadas com os símbolos.

A informação deveram ocorrer através do uso de no mínimo dois sentidos: visual e tátil ou visual e sonoro.

Os sinais podem ser classificados como: sinais de localização, sinais de advertência e sinais de instrução, e podem ser utilizados individualmente ou combinados. Sinalização visual é composta por mensagens de textos, contrastes, símbolos e figuras, já sinalização tátil É composta por informações em relevo, como textos, símbolos e Braille.

Figura 4: Exemplos de placas de sinalização.

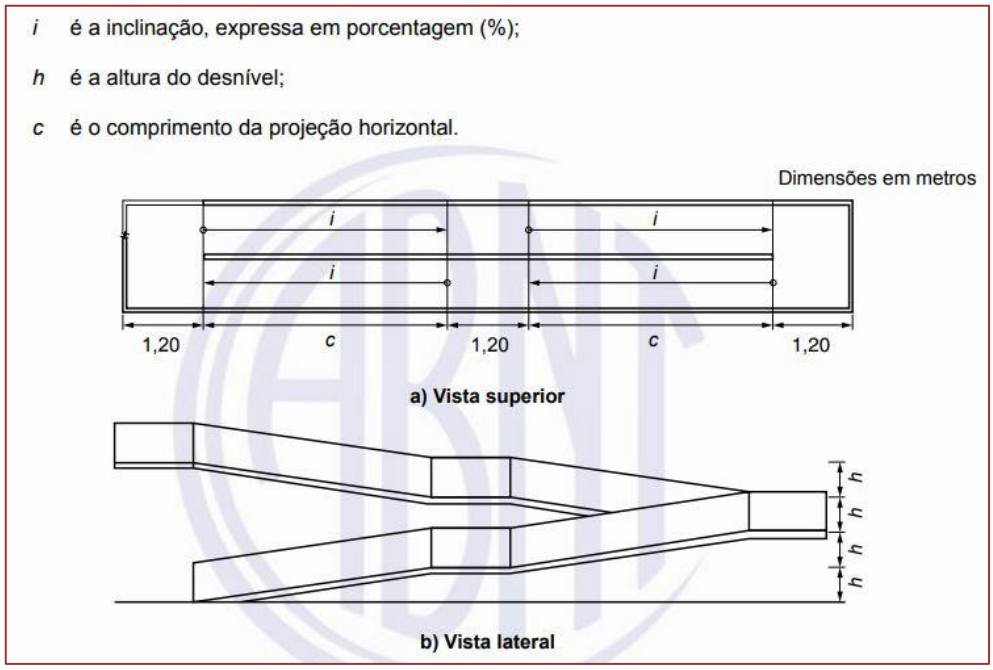
Sinalização de escada Sinalização de declividade (rampa)

Fonte: ABNT NBR 9050:2020

- Rampas

Item 6.6.1 e 6.6.2 da NBR: São consideradas rampas às superfícies de piso com declividade igual ou superior a 5 %. Para garantir que uma rampa seja acessível, são definidos os limites máximos de inclinação, os desníveis a serem vencidos e o número máximo de segmentos.

Figura 5: Modelo de Rampa e identificações.

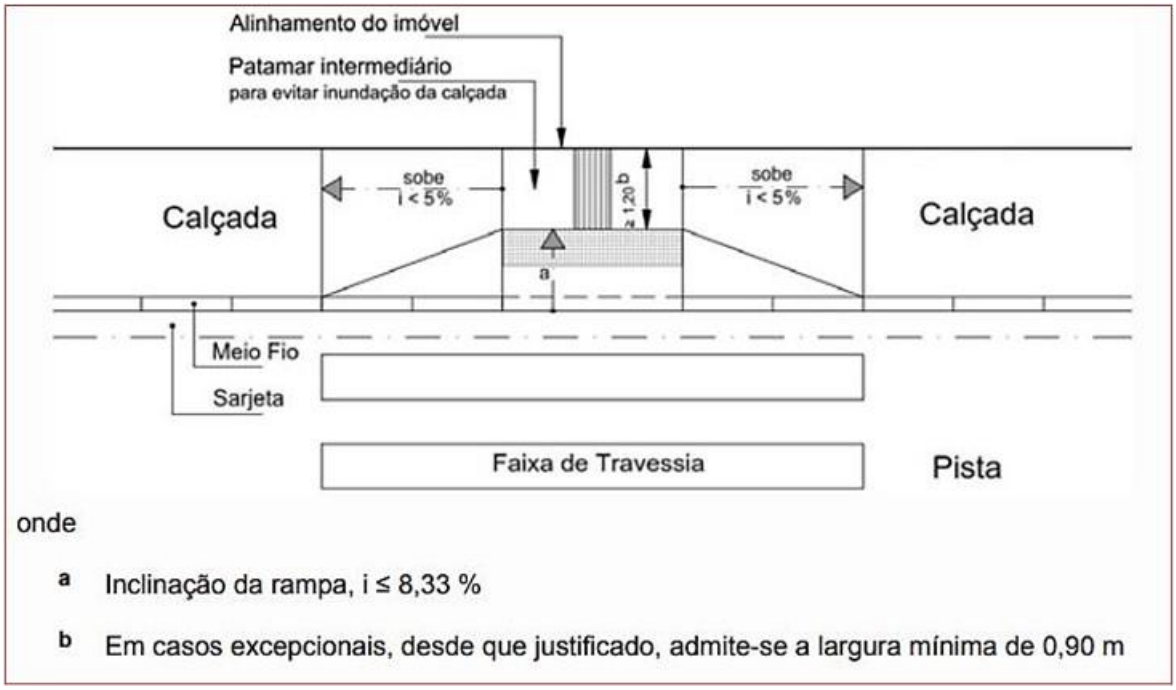


Fonte: ABNT NBR 9050:2020

As rampas devem ter inclinação de acordo com os limites estabelecidos. Para inclinação entre 6,25 % e 8,33 % é recomendado criar áreas de descanso nos patamares, a cada 50 m de percurso. Excetuam-se deste requisito as rampas citadas em plateia e palcos, piscinas e praias.

Em calçadas estreitas onde a largura do passeio não for suficiente para acomodar o rebaixamento e a faixa livre com largura de, no mínimo, 1,20 m, pode ser feito o rebaixamento de rampas laterais com inclinação de até 5 %, ou ser adotada, a critério do órgão de trânsito do município, faixa elevada de travessia, ou ainda redução do percurso de travessia. A Figura a baixo mostra o exemplo.

Figura 6: Exemplo de rampa com rebaixamento



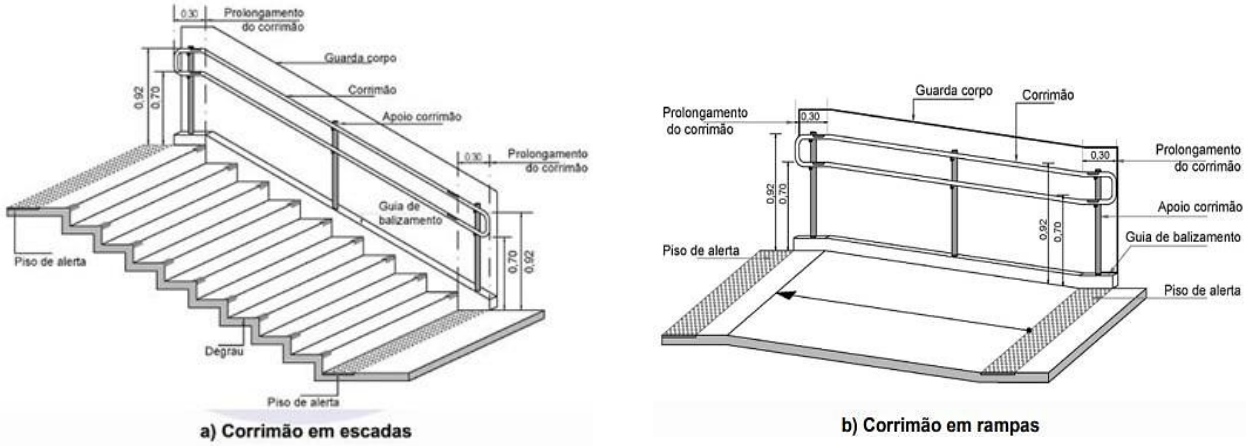
Fonte: ABNT NBR 9050:2020

- Corrimões

Os corrimões podem ser acoplados aos guarda-corpos e devem ser construídos com materiais rígidos. Devem ser firmemente fixados às paredes ou às barras de suporte, garantindo condições seguras de utilização. Devem ser sinalizados conforme a Seção 5. Quando não houver paredes laterais, as rampas ou escadas devem incorporar elementos de segurança como guia de balizamento e guarda-corpo, e devem respeitar os demais itens de segurança desta norma, como dimensionamento, corrimões e sinalização como diz o item 6.9.1

Já o item 6.9.3.2 vem dizendo: Os corrimões devem ser instalados em rampas e escadas em ambos os lados, a 0,92 m e a 0,70 m do piso, medidos da face superior até o borda ou quina do degrau (no caso de escadas) ou do patamar, acompanhando a inclinação da rampa, conforme Figura 76. Devem prolongar-se por, no mínimo, 0,30 m nas extremidades. Quando se tratar de degrau isolado a instalação de corrimão ou barra de apoio é obrigatória e deve atender.

Figura 7: Exemplos de corrimões em escadas e rampas



Fonte: ABNT NBR 9050:2020

4.2. MÉTODOS

Foram realizados os estudos de campo nos locais definidos (Balneário municipal e Mirante Pastor Severo Câmara), no qual foi levado em consideração os item acimas citados como referência para uma acessibilidade mínima necessária em pontos turísticos levando segurança e inclusão a todos.

A baixo uma tabela no qual será listado e mostrado fotos dos locais o quais serão ditas as necessidades de alterações e o que está errado segundo nosso levantamento de dados.

Tabela 1: Mostrando fotos indicando erros no local.

Local: Balneário Municipal		
Local	Fotos	Percepção do local avaliado
Entrada do Balneário		A foto vem mostrando o erro em rampas, no trabalho foi explicado, como tem que ser colocar a rampa próximo a faixa de pedestre, faltando sinalização.

Tabela 2: Mostrando fotos indicando erros no local. (continuação)

Local: Balneário Municipal		
Local	Fotos	Percepção do local avaliado
Acesso aos banheiros		Via sem sinalização, com falta de piso tatíl
Acesso ao rio		Falta de sinalização indicativa escada sem corrimões.
Acesso ao rio		Via sem sinalizações, sem piso tateís, sem corrimões de proteção
Estacionamento balneário		Falta de sinalização para vagas de estacionamento de idosos e deficientes

Tabela 3: Mostrando erros no local

Local: Mirante Pastor Severo Câmara		
Local	Fotos	Percepção do local avaliado
Estacionamento		Falta de sinalização das vagas preferências para idosos e deficientes.
Acesso para PCDs		Com sinalização indicativa mas rampa sem corrimões.
Mirante		Via sem acesso a PCDs, e sem sinalização
Acesso ao Mirante		Falta de corrimões, entrada da rampa muito íngreme fora da norma, rampa faltando a inclinação indicada.

Fonte: Autoria Própria 2022

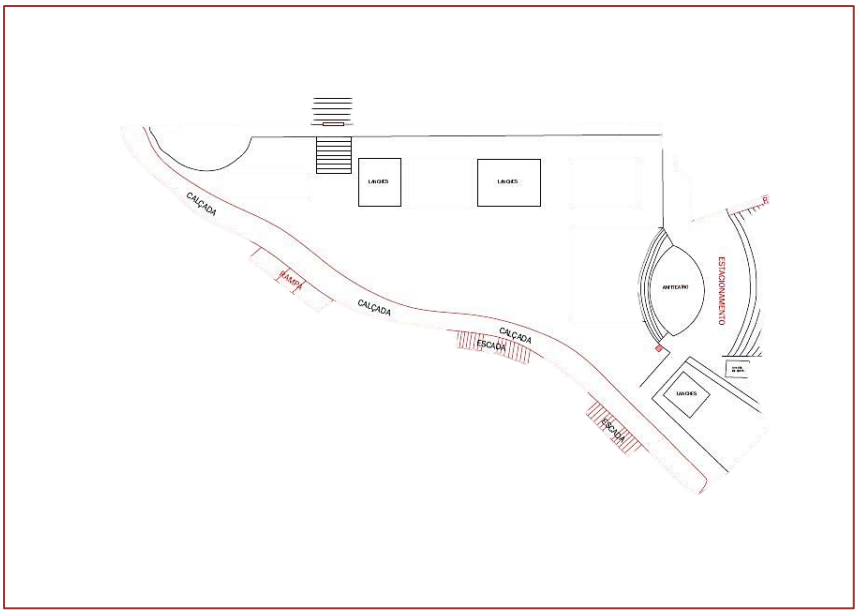
Tabela 4: Mostrando erros no local (continuação)

Local: Mirante Pastor Severo Câmara		
Local	Fotos	Percepção do local avaliado
Estacionamento		Falta de sinalização das vagas preferências para idosos e deficientes.
Acesso para PCDs		Com sinalização indicativa mas rampa sem corrimões.
Próximos aos lanches		Via sem sinalizações, falta de identificação de rampa
Acesso ao Mirante		Falta de sinalização indicando declividade.

Fonte: Autoria Própria 2022

4.3. INDICAÇÕES DE ALTERAÇÕES NO PROJETO

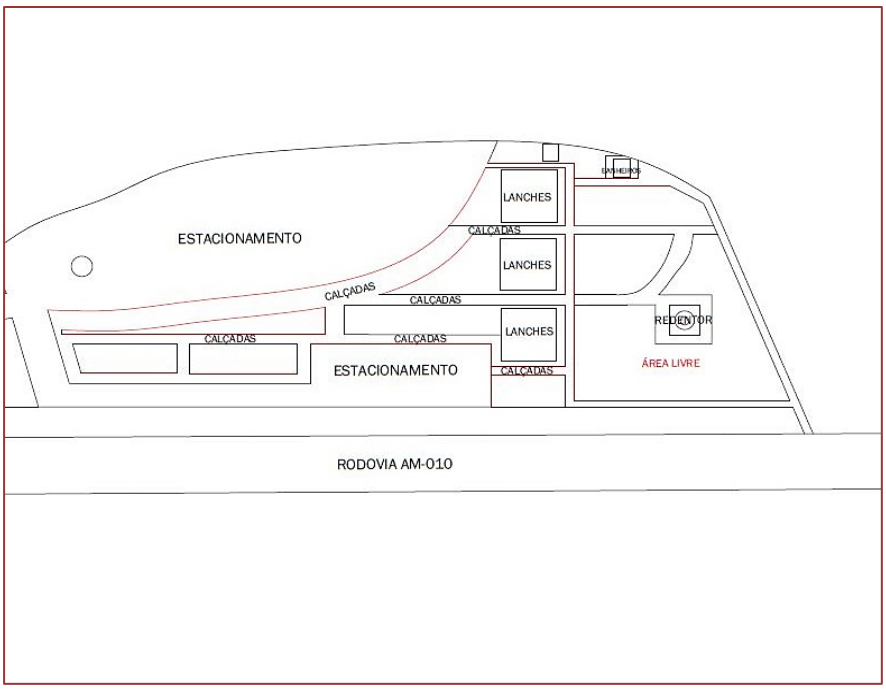
Figura 8: Projeto em Autocad 2021 mostrando locais que precisam de mudanças no balneário municipal



Fonte: Autoria Própria 2022

Legenda: Em vermelho locais que após o estudo requer de mudanças

Figura 9: Projeto em autocad 2021 mostrando locais que haverá alterações no Mirante Pastor Severo Câmara



Legenda: Em vermelho locais que após o estudo requer de mudanças

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após finalização do estudo de caso concluiu-se que o objeto geral de estudar as adaptações para acessibilidade em pontos turísticos foi alcançando, onde através dos estudos e das amostras recolhidas concluísse que o dois locais precisam de mudanças em muitas áreas, onde não estão atingindo o mínimo necessário para um ambiente de inclusão dentro das normas técnicas necessárias.

Seguindo o levantamento dos requisitos para acessibilidade, foi algo que apesar de difícil obteve êxito, levantado todos os requisitos principalmente utilizando a NBR 9050, no qual foi de grande importância para ajudar para alcançar os objetivos e finalizar o estudo.

O objetivo de avaliar as adaptações no local conforme os requisitos necessários foram muito rápido e espontâneo pelo estudo já realizado e sabendo das regras e normas os erros ficam cada vez mais fáceis de ser encontrado, fazendo assim que os requisitos fossem alcançados.

A elaboração de um projeto de adequação nos pontos turísticos foi algo que apesar de difícil de ser feito foi concluído, mas deixando falhas pelo fato de que muitos conhecimento em execução de projetos de acessibilidade são extremamente necessário em softwares.

Falando da hipótese ela se auto justificou pelo fator mostrado no estudo, onde o próprio demonstra diversos erros nos pontos turísticos, algo já esperado, pelo fato de ser obras antigas que deixaram a desejar nessas questões.

O estudo deixou a desejar na questão da execução do projeto, onde como já dito se precisa de um conhecimento grande em softwares para representar bem as alterações necessárias que no local precisa ser feito.

REFERÊNCIAS

[1] de Paula Ferreira, Mateus. "Acessibilidade urbana: democracia, cidadania e direitos humanos." Dignidade Re-Vista 1.1 (2016): 8.

[2] da Silva Campos, Ana Paula, Laysa Cristina Afonso Duque, and Talita Teixeira de Paiva. "Acessibilidade Urbana: A realidade dos deficientes físicos na cidade de Juiz de Fora." Congresso Brasileiro de Assistentes Sociais 2019. Vol. 16. No. 1. 2019.

[3] Teixeira, O. M. J. (2015). Mobilidade e acessibilidade urbana (Doctoral dissertation).

[4] dos Santos Costa, Arlley Carlos Carneiro, Luís Carlos Costa Fonseca, and Marilda de Fátima Lopes Rosa. "Acessibilidade urbana facilitada por aplicativos para PcDs: uma revisão sistemática e literatura." Research, Society and Development 11.11 (2022): e08111133296-e08111133296.

[5] Almeida, P., Figueiredo, O., & Galvão, C. (2011). A argumentação em tarefas de manuais escolares de Ciências Físicas e Naturais do 8. o ano de escolaridade. Actas do XIV Encontro Nacional de Educação em Ciências: Educação em Ciências para o Trabalho, o Lazer e a Cidadania, 489-501.

[6] BNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9050. Acessibilidade a edificações,mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 2.ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004

[7] Borges, A. B. D. A. (2009). A acessibilidade como fator de incremento do turismo na cidade de Formosa–GO.

[8] ALBUQUERQUE, Judithe da Costa Leite. Acessibilidade no Turismo. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso. Turismo.

[9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 9050: Acessibilidade a edifcações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

[10] BRASIL, 2022, Lei n. 13.146, de 6 de jul. de 2015. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Disponivel em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm?;acesso

[11] BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasilia, DE:Senado Federal, 1980. Disponivel.em RC: 104683 Disponivel em.

[12] NUCLEO DO CONHECIMENTO: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-

[13] SIGNIFICADOS: https://www.significados.com.br/acessibilidade/

Capítulo 5

Trabalho em altura na construção civil: um estudo sistemático sobre as medidas preventivas de segurança do trabalho

Júlio Augusto Barbosa dos Santos Júnior

Resumo: Os fatores de risco presentes em atividades em altura podem desencadear acidentes de trabalho e consequências graves para a saúde dos trabalhadores, visto que a construção civil é considerada como um dos principais geradores de acidentes no ambiente laboral, circunstâncias estas oriundas de condições irregulares para a execução dos serviços para quais foram designados, constatando a indispensabilidade gradativa da implementação das medidas preventivas de segurança do trabalho em altura em âmbito construtivo. À vista disso, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão sistemática abordando as medidas preventivas indispensáveis para a saúde e integridade física dos trabalhadores nas atividades em altura para o setor da construção civil. Com embasamento nos artigos selecionados conforme os critérios de busca e seleção foram identificadas e avaliadas as seguintes abordagens: métodos de proteção, tanto individuais quanto coletivos, fundamentais para realizar a função dos trabalhos em altura na construção civil, evidenciando a obrigatoriedade da disposição dos equipamentos, além do monitoramento em referência ao uso adequado dos componentes do sistema de segurança. As respectivas situações que abrangem a ausência do uso de EPI e EPC colocam a vida do colaborador em cenários de risco ao exercício da função em altura, podendo resultar em desfechos críticos que comprometem a integridade física e psicológica dos trabalhadores.

Palavras-chave: Construção Civil. Acidentes. Altura. Saúde.

1. INTRODUÇÃO

Compreende-se que a indústria da construção civil exerce um papel significativo ao desenvolvimento econômico de um país, uma vez que gera um grande índice de empregos, sejam estes diretos ou indiretos. Por outro lado, é considerada uma das maiores fontes de acidentes de trabalho, a medida em que, geralmente, o canteiro de obras apresenta ausência de gerenciamento adequado das atividades construtivas, e principalmente, deficiência de orientação de uso e capacitação no que se refere aos equipamentos de proteção individual.

As condições do ambiente nas quais o trabalhador está inserido, influenciam no desempenho da função ao exercício adequado, podendo gerar situações indesejáveis oriundas dos riscos existentes nos locais de trabalho, na qual expões os operários aos perigos decorrentes da função. Em referência aos trabalhos em altura, evidencia-se que são diversos os riscos que comprometem a segurança, bem como, a integridade física e/ou psicológica dos trabalhadores, na qual acarretam em consequências graves desde lesões ou até mesmo óbitos.

Dentre os diversos serviços na construção, em destaque aos trabalhos em altura, designa-se aos pilares de maior probabilidade em queda, sendo indispensável o uso dos equipamentos de proteção individual associados aos equipamentos de proteção coletiva, além do monitoramento para a utilização adequada. As medidas de proteção em caráter preventivo visam minimizar e/ou neutralizar as ocorrências de acidentes envolvendo o trabalho e doenças ocupacionais, mediante à implementação de normas regulamentadoras, priorizando a saúde do trabalhador ao exercício da função.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão sistemática abordando as medidas preventivas indispensáveis para a saúde e integridade física dos trabalhadores nas atividades em altura para o setor da construção civil.

Face ao exposto, o tema abordado reflete na necessidade de investimentos na prática de segurança do trabalho dentro das organizações, em circunstância nas quais as empresas invistam em segurança e medidas de proteção, e a capacitação dos funcionários, desenvolvendo e aplicando programas de segurança e saúde no próprio ambiente de trabalho, disponibilizando os recursos necessários para a execução das atividades sem comprometer a integridade física dos colaboradores, além da conscientização quanto ao uso de tais equipamentos.

Sendo assim, este trabalho se desenvolverá nos seguintes itens a seguir: a) levantar os fatores de risco nas atividades de envolvem altura; b) identificar as causas de acidentes de trabalho em altura; e por fim, c) analisar as medidas preventivas de segurança para os trabalhadores da construção civil.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. TRABALHO EM ALTURA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Ao abordar os trabalhos em altura compreende-se uma ampla demanda de serviços a serem realizados pelos colaboradores, a medida que os riscos de queda apresentam-se em ampla dimensão e em vários ramos de atividades, podendo gerar consequências graves ou até mesmo fatais no que se refere à segurança e saúde dos

trabalhadores. Neste tópico, serão apresentados os principais conceitos e atribuições do trabalho em altura na construção civil.

Segundo Borges (2011) os trabalhos em altura abrangem diferenças de nível, isto é, caracterizam-se aos riscos em altura pertinentes às atividades conforme as funções a serem executadas. Neste sentido, tais atividades laborais necessitam de precauções indispensáveis para a execução adequada em caráter prioritário à integridade física e psicológica dos trabalhadores.

Na visão de Sena (2019) pra que as atividades em altura sejam executadas com segurança, estima-se a necessidade de disponibilizar os treinamentos pertinentes à função com diferença de nível, de modo a fornecer o conhecimento fundamental quanto ao uso dos equipamentos de proteção, em razão de assegurar a eficiência dos dispositivos para quais forem designados. Considera-se de grande relevância que os trabalhadores priorizem o uso correto dos equipamentos de proteção como forma de conscientizar a importância da utilização dos mesmos durante todo o exercício da função.

Considerando os fatores de risco em altura, estas atividades passaram a possuir requisitos básicos em função da prevenção de acidentes, desde o planejamento, a organização e a execução dos serviços através de mecanismos que realizem a análise de risco, estabelecendo assim, procedimentos seguros e o uso de sistemas adequados para proteção do trabalhador (GOMES, 2011). Face ao exposto, as quedas associam-se ao ambiente na qual o colaborador está inserido, podendo agravar os minimizar as condições inseguras que colocam em risco a vida do trabalhador.

Silva e Santos (2018) defendem que as atividades em altura exigem a implementação de aspectos gerais atribuídos à prevenção, como forma de identificar as causas e criar estratégias corretivas, ou ainda corrigir as medidas já existentes. Realizações de planejamento, organização, métodos adequados e aperfeiçoamento profissional viabilizam minimizar significativamente a incidência de acidentes que envolvam diferenças de nível, e consequentemente, os afastamentos e lesões graves para os trabalhadores.

Embora as atividades em altura envolvam riscos de queda para o trabalhador, é possível minimizá-los a partir dos cuidados indispensáveis para executar as respectivas funções, assim como o levantamento dos riscos presentes no ambiente e colocá-los em prática mediante ao uso de EPI's e EPC's. (GIZONI; DE MARCO, 2018). Entretanto, a utilização dos equipamentos de proteção tanto individual quanto coletivo requer o uso correto, a medida que ao fazer utilização inadequada pode comprometer a eficiência do mesmo e colocar em risco a a segurança e saúde do trabalhador.

Segundo Gomes (2011), as quedas com diferença de nível atribuem-se às diversas causas como o contato acidental com redes de energia elétrica, perda de equilíbrio em beirada de lajes sem a devida proteção; obstrução de áreas de circulação; deficiência operacional dos dispositivos de proteção ou até mesmo a utilização incorreta dos equipamentos de proteção, comprometendo a eficiência dos mesmos. O desconhecimento dos fatores de riscos tornam o local de trabalho propício à quedas acidentais, e consequentemente, resultando em atos inseguros para o exercício da função.

Evidencia-se que dispor de condições adequadas para os trabalhadores, seja por meio do ambiente laboral ou o uso de dispositivos, é o propósito primário de segurança da organização, uma vez que é possível minimizar ou até mesmo neutralizar os perigos

inseridos nas atividades em altura, buscando implementar as medidas que reduzam as consequências de queda, que podem resultar em variáveis onerosas e significativas para a empresa.

2.2. SEGURANÇA DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Saurin (2011) define a segurança no trabalho a partir de um conjunto de medidas em caráter técnico, constituídas por parâmetros medicinais e psicológicos, elementos estes vinculados às causas e consequências de um ambiente adequado e saudável, em razão de eliminar as eventualidades decorrentes do exercício profissional que possam vir a comprometer a integridade física e psicológica do trabalhador. Desta forma, apresenta como finalidade, orientar os trabalhadores na execução adequada do serviço, e assim, eliminar as condições de insegurança presentes no local de trabalho.

Para Saliba (2011) a segurança do trabalho retrata a ciência que visa prevenir os acidentes resultantes dos riscos existentes nos locais de trabalho, na qual expõe os operários aos perigos decorrentes da função. À vista disso, evidencia-se que são diversos os riscos que podem comprometer a segurança e saúde dos trabalhadores, a medida que as atividades de construção caracterizam-se à deficiência de orientação de uso adequado quanto aos equipamentos de proteção individual.

Na visão de Souza (2012) os fatores de segurança são atribuídos pelas condições trabalhistas, isto é, o ambiente em que o trabalhador está inserido, cabível as empresas oferecer tais circunstâncias de proteção e bem estar para os respectivos profissionais da área. Considera-se indispensável atender as exigências impostas pelas normas de segurança do trabalho, além de identificar todos e quaisquer riscos existentes no ambiente, dado que, é necessário elaborar estratégias que visam reduzir ou até mesmo neutralizar os perigos mediante à implantação de medidas de proteção.

Cardoso e Santana (2019) citam que para a execução das respectivas medidas de proteção, é de fundamental relevância que os profissionais designados à segurança do trabalho como SESMT - Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho e a CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes estejam em sintonia com todos os trabalhadores envolvidos, uma vez torna-se favorável para a prevenção de acidentes e consequência graves, além de evitar variáveis onerosas para a organização. Considera-se o sucesso das ações em conjunto como um fator dependente da inserção adequada da política de segurança do trabalho, de modo a evidenciar que todos os elementos envolvidos têm suas devidas responsabilidades no ambiente de trabalho.

Em complemento, Borges, Vilaça e Laurindo (2021) expõem que somente considera-se o trabalhador apto para o trabalho em altura, cujo estado de saúde foi avaliado mediante aos exames solicitados pelo médico designado ao Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO, tendo as avaliações efetuadas periodicamente, considerando os riscos envolvidos em cada situação. É de responsabilidade do empregador, obter p atestado de saúde ocupacional do trabalhador, além de manter o cadastro atualizado, possibilitando assim, conhecer a abrangência da autorização de cada trabalhador para as atividades em altura.

Catai (2014) complementa que o ambiente físico desempenha o papel de ampla influência no que se refere aos acidentes, uma vez que é considerada uma fonte de ameaça à saúde do trabalhador, ocasionando em doenças ocupacionais, desde um ruído

indesejado até um ofuscamento visual, favorecendo a incidência de acidentes. Em razão às especificidades de cada serviço nas atividades construtivas, tais medidas tornam-se imprescindíveis ao identificar de forma precoce os possíveis riscos, possibilita-se reduzir, consideravelmente, os acidentes de trabalho.

A segurança do trabalho caracteriza mediante às condições atribuídas no ambiente laboral, visto que as empresas têm obrigação legal de oferecer tais aspectos aos trabalhadores, visando a prevenção de acidentes físicos, assim como o desenvolvimento de doenças ocupacionais (BORGES; VILAÇA; LAURINDO, 2021). Em circunstâncias nas quais os colaboradores se sentem seguros, o uso dos dispositivos oferecidos pelos empregadores possui maior eficácia de uso, evitando assim, afastamentos no trabalho, quedas de níveis, lesões ou até mesmo óbitos.

Tavares e Oliveira (2019) ressaltam que no setor da construção civil é de grande importância obter o conhecimento no que se refere às normas de segurança do trabalho e segui-las em caráter adequado ao exposto, buscando elaborar planos de segurança e estudar todos os riscos possíveis que possam vir a ocorrer em uma determinada atividade. Os serviços que envolvem diferença de nível demandam de análises pertinentes aos riscos presentes na função, de modo a prevenir a ocorrência dos mesmos e criar medidas que minimizem tais perigos em garantia à segurança e integridade física dos trabalhadores.

É de incumbência das organizações, exercer o papel favorável tanto administrativo quanto operacional, através da implantação de medidas de prevenção e controle de doenças ocupacionais e acidentes de trabalho. Recomenda-se direcionar as empresas para que atendam as necessidades de segurança de acordo com o ambiente de trabalho, seguindo as diretrizes das normas legislativas dos direitos e deveres entre contratantes e operários, assegurando um ambiente de trabalho mais saudável e com menores fontes de riscos aos acidentes.

2.3. NORMA REGULAMENTADORA 35

A normativa referente aos trabalhos em altura é atribuída à NR 35, na qual assume que é toda atividade a ser executa acima de 2 metros do plano de referência, caracterizando-se ao risco de queda (LIMA, 2013). A NR 35 busca evidenciar os aspectos da gestão de segurança e saúde do trabalho em altura para todos os serviços desenvolvidos em altura com risco de queda, em caráter abrangente e complementado por anexos que contemplarão as especificidades conforme as atividades exercidas.

Cabe à NR 35 estabelecer as responsabilidades dos empregadores e dos trabalhadores, envolvendo fatores como o planejamento, a organização e a execução no trabalho em altura, em função de prevenir os acidentes de trabalho em altura (BRASIL, 2013). Assim, tais exigências normativas abordam os deveres atribuídos tanto para o empregador quanto para o colaborador, a medida que é de ambas as partes a responsabilidade do uso correto dos dispositivos de proteção, assim como o cumprimento das medidas durante a execução de suas atividades.

A Norma Regulamentadora 35 estabelece que na fase de planejamento deve-se identificar e priorizar a forma de execução do trabalho, isto é, que oferece maior segurança ao trabalhador. A princípio, faz-se o questionamento sobre as alternativas de se realizar o trabalho, e a escolha deve ser posto em prática, sempre garantindo a

segurança e integridade física dos trabalhadores (JORGE; SOUSA; CAVAIGNAC, 2019). Em contrapartida, em circunstâncias nas quais a atividade em altura seja características de riscos, mesmo que mínimos, deve-se reduzir o tempo de exposição do trabalhador e empregar medidas de proteção que minimizem o risco de queda.

Na construção civil, o trabalho em altura representa cerca de 49% dos acidentes fatais, desde quedas dos próprios colaboradores até as quedas dos materiais sobre os mesmos. Assim, com a finalidade de reduzir os acidentes de trabalho e proporcionar ambientes com condições seguras ao trabalhador, foram elaboradas as Normas regulamentadoras (NR), em razão de estabelecer regras e procedimentos, garantindo a segurança e a integridade dos operários no exercício da função (MELO, 2021). Cabe à ambas as partes o cumprimento das normas regulamentadoras conforme as orientações impostas perante a legislação pertinente a cada atividade.

Couto, Cezario e Camargo (2019) evidenciam que no item 35.3 da NR 35 é considerado o trabalhado apto para executar as atividades em altura aquele na qual realizou o treinamento com características teóricas e práticas, e principalmente com o mínimo de carga horária equivalente à 8 horas em conformidade às exigências normativas. Destaca-se que os treinamentos devem ser periódicos e com período estabelecimento perante a empresa, sendo recomendado o período bienal, ou ainda sempre que houver necessidades de execução.

O treinamento deve ser orientado por instrutores que disponham de proficiência comprovada no aspecto abrangente, e sob a responsabilidade de um profissional qualificado em segurança no trabalho. Para a efetuação da capacitação, emite-se um certificando com dados relacionados ao nome do trabalhador, carga horária executada, local de treinamento, data, nome e qualificação dos responsáveis pela instrução (MOMOLI; TRINDADE; RODRIGUES, 2021). Constata-se que todo trabalho em altura deve ser planejado, organizado e executado por colaboradores que sejam capacitados e autorizados para exercer tais atividades em altura com o mínimos de riscos à segurança.

Pinheiro (2012) cita em conformidade à NR 35, é cabível ao empregador garantir as medidas estabelecidas na norma e assegurar a realização da Análise de Risco (AR), além de emitir a Permissão de Trabalho (PT). Desta forma, torna-se viável realizar a avaliação prévia do ambiente e condições da execução dos trabalhos em altura, de modo a antecipar os eventuais riscos que possam vir a comprometer a integridade física e psicológica do trabalhador, implementando as corretas medidas preventivas de segurança.

Em razão da Norma Regulamentadora 35 desempenhar o papel de documento legal com diretrizes estabelecidas pelo Ministério do Trabalho e Emprego - MTE, demanda da principal finalidade na regulamentação e definição dos padrões de cumprimento obrigatório, referente aos preceitos de segurança e medicina do trabalho, evidenciando os requisitos mínimos para trabalhos executados acima de dois metros de altura, como forma de priorizar a integridade física do trabalhador ao desempenho da função para qual foi designado.

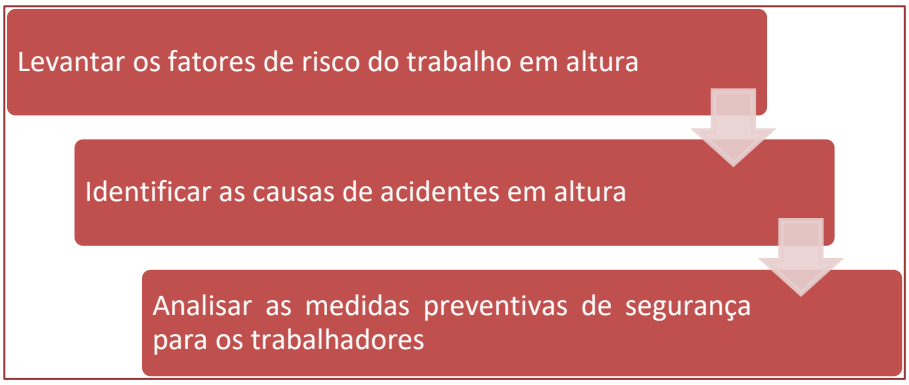
3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para a elaboração deste artigo, foi utilizado o método científico de revisão sistemática de literatura, objetivando melhores níveis de confiabilidade nos resultados de

pesquisa. Trata-se de uma pesquisa teórica que visa realizar discussões conceituais a partir de pesquisa bibliográfica (GIL, 2011).

Na revisão sistemática, buscou-se os artigos de pesquisa desenvolvidos preferencialmente nos últimos dez anos. Para alcançar o objetivo geral de abordar as medidas preventivas indispensáveis para a saúde e integridade física dos trabalhadores nas atividades em altura para o setor da construção civil foi estabelecido o fluxograma representado na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2022)

3.1. LEVANTAR OS FATORES DE RISCO DO TRABALHO EM ALTURA

Nesta fase foram realizadas pesquisas bibliográficas para levantar os fatores de risco do trabalho em altura. A pesquisa foi do tipo revisão sistemática realizada na base de dados Periódicos CAPES e Scientific Electronic Library Online no período de setembro de 2022. O termo de busca usado para localizar os artigos foi: trabalho em altura na construção civil.

O critério de inclusão foi de artigos que abordassem o trabalho em altura na construção civil com disponibilidade de texto completo, com autores mais citados e com maior impacto. O critério de exclusão foi de artigos que abordassem apenas sobre o trabalho em altura em outros ramos da indústria. Baseado nos critérios de inclusão e exclusão foram selecionados 07 artigos da base de dados Periódicos CAPES e 03 artigos da Scientific Electronic Library Online.

3.2. IDENTIFICAR AS CAUSAS DE ACIDENTES EM ALTURA

Identificar as principais causas de acidentes em altura na construção civil, por meio de análise de dados secundários. Baseado nos artigos selecionados no item anterior foi realizado leituras nos artigos buscando estabelecer uma correlação entre os fatores de risco e as causas de acidentes em altura.

3.3. ANALISAR AS MEDIDAS PREVENTIVAS DE SEGURANÇA PARA OS TRABALHADORES

Analisar as medidas preventivas de segurança para os trabalhadores da construção civil que atuam em altura. Trata-se de uma análise de conteúdo por meio de dados secundários extraídos dos artigos levantados na primeira etapa. Na análise foi realizada uma leitura minuciosa do material coletado, em seguida uma exploração do material para classificação dos dados, e por fim, o tratamento dos dados para elaboração dos resultados e discussões. Para esta fase foram descritas as principais medidas preventivas de proteção individual e coletiva contra queda.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. LEVANTAR OS FATORES DE RISCO DO TRABALHO EM ALTURA

Nesta etapa houve um levantamento dos principais fatores de risco do trabalho em altura mediante a pesquisa do tipo revisão sistemática realizada na base de dados Periódicos CAPES e Scientific Electronic Library Online. Dessa análise dos resumos dos artigos observou-se que todos descreviam os principais fatores de risco do trabalho em altura. Onde, afirmavam através de estudos realizados com a metodologia de pesquisa de análise sistemática de literatura e de estudos de caso, que os acidentes do trabalho em altura estão diretamente ligados aos fatores de risco.

Foram encontrados 44 artigos na base Periódicos CAPES e 60 na Scientific Electronic Library Online. Para uma avaliação atualizada usou-se como corte temporal o período de publicação de 2012 a 2022. Após a aplicação do filtro de 2012 a 2022, resultaram em 25 artigos no Periódicos CAPES e 35 na Scientific Electronic Library Online. Os filtros adotados para a pesquisa disponíveis na base de dados foram: tipo de publicação e área. Os tipos de publicação escolhidos foram artigos de revisão e de pesquisa, o que resultou em 20 artigos. Todos os artigos foram ordenados por relevância e selecionados para a próxima fase.

Baseado nos resultados alcançados pelas pesquisas foi possível identificar os principais fatores de risco do trabalho em altura. São eles:

a) Choque elétrico: o trabalhador exposto ao risco de eletricidade ao obter um contato acidental;

b) Condições meteorológicas: as adversas condições meteorológicas podem afetar a segurança dos trabalhadores que atuam em altura, tais como, ventos fortes, a intensidade de exposição solar e chuvas;

c) Posições perigosas: Característico a exposição de um passo em falso ou escorregar na área à qual o trabalhador desenvolve a função;

d) Cargas pesadas: a operação de cargas muito pesadas requer atenção redobrada, uma vez que uma pequena falha pode resultando em acidente de grandes proporções.

Os acidentes de trabalho representam os eventuais acontecimentos oriundos de um ato inseguro ou de uma condição insegura, podendo ocasionar em danos tanto ao trabalhador quanto para a organização. Os estudos indicam ainda, que para evitar os acidentes do trabalho, é necessário identificar os principais fatores de risco presentes no

ambiente em altura, e assim, solucionar para que outras não sejam agravadas com o passar do tempo.

Dessa forma, pode-se concluir a importância do incentivar aos colaboradores a participar periodicamente de instruções, palestras e treinamento referente a trabalho em altura.

4.2. IDENTIFICAR AS CAUSAS DE ACIDENTES EM ALTURA

Dos 10 artigos selecionados conforme os critérios de inclusão e exclusão foi realizado a identificação das principais causas de acidentes em altura. Desta forma, foi possível identificar que as principais causas de acidentes em altura são referentes à falta de treinamento e capacitação do trabalhador, sendo estes muito comuns para os serviços em altura, uma vez que os mesmos não atribuem a atenção necessária para a segurança da execução, não obtendo a consciência quanto ao uso dos equipamentos de proteção em razão da integridade física e psicológica dos operários.

Pode-se citar, quando há obstrução de áreas de circulação, submetendo o trabalhador a deslocar-se em locais considerados perigosos, ou até mesmo, a ocorrência na falha em algum dispositivo de proteção, assim como, equipamentos de baixa qualidade ou indevidamente instalada.

Com a análise dos dados foi possível identificar que os acidentes podem ocorrer por várias causas, dentre os principais, aborda-se a falta de concentração e a omissão dos equipamentos de proteção interna - EPI, ou até mesmo o uso incorreto dos dispositivos, utilizando seu método de trabalho da forma incorreta. Habitualmente, pela falta de instruções dos colabores, os operários não seguem as normas de segurança impostas pela empresa prestadora de serviços, tornando o local de perigo para todos.

Portanto, é de extrema importância o treinamento dos trabalhadores, na medida em que, muitas das vezes o empregado faz uso incorreto de tais equipamentos, inviabilizando assim, a função de proteção.

4.3. ANALISAR AS MEDIDAS PREVENTIVAS DE SEGURANÇA PARA OS TRABALHADORES

Nesta etapa trata-se de uma análise de conteúdo sobre os principais mecanismos para evitar acidentes relacionados ao trabalho em altura. Em linhas gerais, é fundamental identificar todos os riscos potenciais existentes causadores de possíveis acidentes, para propor medidas preventivas e realizar ações para neutralização, evitando assim, futuras lesões ou até mesmo óbitos.

Antes de realizar e aplicar as medidas preventivas para trabalho em altura deve-se levar em consideração os métodos e equipamentos, condições ambientais, atendimento de forma imediata do resgate e programas médicos, incentivar aos colaboradores a participar periodicamente de instruções, palestrar e treinamento referente a trabalho em altura.

Os equipamentos de proteção individual desempenham um papel de grande potencial preventivo, entretanto, é necessária a utilização apropriada à função, de forma correta e constante durante todas as atividades, em evidência aos demais serviços em

altura que são característicos de quedas em diferentes níveis, na qual apresentam probabilidade de causar danos considerados graves.

Já os equipamentos coletivos, atribuem o encargo de proporcionar, de modo geral, um melhor ambiente das áreas de trabalho favorecendo a redução dos riscos de acidentes. Portanto, o conhecimento referente aos riscos nas quais o trabalhador está exposto é fundamental para a atribuição das medidas preventivas através de treinamentos e equipamentos, seja em âmbito coletivo ou individual, como forma de conscientizar a relevância ao atendimento das normas vigentes quanto ao gerenciamento de segurança para a realização dos serviços designados em altura.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão sistemática abordando as medidas preventivas indispensáveis para a saúde e integridade física dos trabalhadores nas atividades em altura para o setor da construção civil. Mediante aos aspectos de prevenção contra riscos de queda apresentados, constatou-se a indispensabilidade de identificar as eventuais causas de acidentes que podem comprometer a segurança dos trabalhadores, assim como as condições do ambiente laboral, como forma de implementar as medidas preventivas eficazes ao uso adequado dos equipamentos de proteção individuais e coletivos.

Para o objetivo específico: a) levantar os fatores de risco nas atividades de envolvem altura. Pode-se concluir que realizar o levantamento dos riscos presentes nas atividades em altura, ou ainda que possam vir a existir futuramente, viabiliza minimizar os acidentes de trabalho oriundos do exercício da função, como forma obter o conhecimento pertinente aos perigos no ambiente de trabalho e implementar as medidas de prevenção que asseguram as condições necessárias à sua proteção.

Para o objetivo específico: b) identificar as causas de acidentes de trabalho em altura. Compreendeu-se o conhecimento referente aos fatores que podem desencadear acidentes de trabalho em altura, na qual abrangem a ausência de treinamentos quanto ao uso correto dos equipamentos de proteção, do mesmo modo que não há conscientização relevante quanto aos dispositivos, resultando em atos inseguros que colocam em risco a vida do trabalhador.

E por fim, para este objetivo específico: c) analisar as medidas preventivas de segurança para os trabalhadores da construção civil. Constatou-se que os mecanismos apresentados para evitar acidentes relacionados ao trabalho em altura são de grande eficácia para minimizar ou até mesmo neutralizar lesões, tanto física quanto psicológicas, afastamentos da função que geram consequências onerosas para as organizações, e principalmente, as mortes no ambiente de trabalho, a fim de propor melhorias no âmbito da segurança do trabalho na construção civil.

Quanto à hipótese da pesquisa, as respectivas situações que abrangem a ausência do uso de EPI e EPC, colocam a vida do trabalhador em circunstâncias de risco ao exercício da função em altura. Atestou-se que os riscos envolvidos nas atividades com diferença de níveis requerem a utilização dos equipamentos de proteção indispensáveis para a segurança dos trabalhadores, uma vez que os serviços em altura possuem a queda como fator principal de risco, e possibilitam que estes sejam reduzidos, em razão das atividades

serem executadas conforme a previsão realizada na análise de risco por meio de um profissional habilitado.

Em termos de limitações, o assunto estudado possui quantidade limitada de informações atuais, sendo a maioria em sites, tipo blogs, que fornecem informações de forma retroativa, dificultando uma maior abrangência sobre o tema para realizar uma melhor abordagem do tema em pauta.

Diante disso, a presente pesquisa faz as seguintes sugestões para futuros trabalhos: elaborar uma pesquisa que trate especificamente sobre exemplos da atualidade característica ao trabalho em altura, mostrando dados que comprovem o aumento de capacitação dos trabalhadores, conforme estabelecidos em NR's, considerado fundamental para eliminar ou reduzir os riscos presente no ambiente de trabalho, tornando-o mais confortável e seguro no exercício da função em altura para os trabalhadores.

REFERÊNCIAS

[1] BORGES, N. F.; VILAÇA, I. P.; LAURINDO, Q. M. G. Acidentes do trabalho e cultura de segurança no setor da construção civil. **Revista Perspectivas Online: Exatas & Engenharia.** Outubro/2021, v.11, n.33, p.19 -33 ISSN: 2236-885X. DOI: 10.25242/885X113320212353.

[2] BORGES, L. C. **Principais causas da rotatividade de pessoal no setor de construção civil e seus reflexos nas organizações.** Criciúma, 2011. 108 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Contábeis) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011.

[3] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora 35. Segurança e saúde no trabalho em altura.** Manual de legislação Atlas - Segurança e Medicina do Trabalho. 71ª ed. São Paulo: Atlas, 2013.

[4] CARDOSO, A. B; SANTANA, I. M. A. Segurança do trabalho na construção civil: riscos e prevenções de acidentes em altura no uso de andaimes apoiados. **Revista Ciência & desenvolvimento**, 2019, Vol.12 (1), p.32-52.

[5] CATAI, Rodrigo Eduardo. **Apostila de Gerência de Riscos.** Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. UTFPR. Curitiba, 2014.

[6] COUTO, Á. F.; COUTO, A. F.; CEZARIO, N. S.; CAMARGO, G. F. N. Trabalho em altura na construção civil e a norma regulamentadora 35: uma revisão. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR** - ISSN 2358-5420 - 22ª edição – 2019.

[7] DE FARIA BORGES, N.; VILAÇA, I. P.; LAURINDO , Q. M. G. **Acidentes do trabalho e cultura de segurança no setor da construção civil.** Exatas & Engenharias, v. 11, n. 33, p. 19-33, 23 out. 2021.

[8] GIZONI, Maike Santos. DE MARCO, Gerson A importância da segurança no trabalho na construção civil: um estudo no município de Jaboticabal - SP. **Revista Científica Semana Acadêmica.** Fortaleza, ano MMXVIII, Nº. 000139, 06/11/2018.

[9] GOMES, Haroldo Pereira. **Construção Civil e saúde do trabalhador: um olhar sobre as pequenas obras.** 2011. 190f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Programa de Pós Graduação em Saúde Pública, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, 2011.

[10] JORGE, G. P. do N.; SOUSA, M. J. A. de, & CAVAIGNAC, A. L. de O. (2019). **Priorização de risco em obra de médio porte por meio da utilização do FMEA: uma ferramenta de melhoria para segurança do trabalho em altura.** Brazilian Journal of Production Engineering, 5(3): 35-53.

[11] LIMA, J. L. **Avaliação em trabalho com andaime suspenso da conformidade com a NR35 em obra de construção civil vertical.** 77 2013. 59 f. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curitiba. 2013.

[12] MELO, L. F. L (2021). **Trabalho em altura: estudo de caso com base na NR 35.** Centro Universitário De Lavras – UNILAVRAS. Lavras, Minas Gerais.

[13] MOMOLI, Rodrigo; TRINDADE, Letícia de Lima; RODRIGUES-JUNIOR, Sinval Adalberto. Perfil dos acidentes de trabalho na indústria da construção civil no oeste de Santa Catarina. **Revista Psicologia Organizações e Trabalho**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 1456-1462, jun. 2021.

[14] PINHEIRO, Alex W. R. **Análise aos fatores que influenciam o funcionamento do layout de canteiro de obras residenciais situados na cidade de Campo Mourão – PR.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2012.

[15] SAURIN, Tarcísio Abreu. RIBEIRO, José Luís Duarte. **Segurança no Trabalho em um Canteiro de Obras: Percepções dos Operários e da Gerência.** PRODUÇÃO. Vol. 10. Nº I. p. 5- 17, 2011.

[16] SALIBA, T. M. **Manual Prático de Higiene Ocupacional e PPRA.** Avaliação e Controle de Riscos Ambientais. 3ª Edição. São Paulo: LTR, 2011.

[17] SENA, C. G. O. **A Importância da Segurança do Trabalho na Construção Civil.** TCC, Publicação ENC. PF-001A/07, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica - Campus Ceres, GO, 18p. 2019.

[18] SILVA, P. S. F.; SANTOS, W. L. dos,; Amaral, E. Principais dificuldades enfrentadas pelos profissionais do serviço especializado em engenharia da segurança e medicina do trabalho dentro da construção civil. **Revista de Iniciação Cientifica e Extensão – REIcEn**. 2018, p. 304-12.

[19] SOUZA, R. **Gestão da qualidade no canteiro de obra e sua influência na produtividade.** In: Produtividade no canteiro de obras - possibilidades de intervenção. São Paulo: ITQC, 2012.

[20] TAVARES, O. B. M; OLIVEIRA, F. N. (2019). **Condições de segurança de andaimes de uma obra da construção civil em Mossoró – RN.** Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA.

Capítulo 6

Resíduos de madeira da construção civil como fonte de energia renovável no polo oleiro do municipio de Iranduba/AM

Luiz Alberto Marques Ferreira Junior

Resumo: O segmento da construção civil é um setor conhecido como um dos gigantes consumidor de recursos e é responsável por impactos ambientais consideráveis, embora busque reduzir e compensar os impactos através de novas técnicas. Diante deste cenário, o presente artigo teve como objetivo geral analisar a aplicação da Resolução nº 307/2022 da Conama em duas construtoras de Manaus. Para alcançar esse objetivo verificou-se como a gestão dos Resíduos de Construção Civil (RCC) é realizada nas duas construtoras, demonstrou-se os benefícios dos RCC como opção de geração de energia renovável e evidenciou-se a diminuição dos impactos ambientais quando o aproveitamento do resíduo de madeira é realizado da forma correta. Como metodologia empregou-se análise realizada em duas construtoras e duas olarias, realizou-se entrevista e visitas in loco onde registrou-se os processos de descarte, armazenagem, desembarque nas olarias, tratamento e a utilização do RCC. Os resultados evidenciaram que as construtoras estudadas não estão em consonância com à Resolução nº 307/2002 do Conama e que os profissionais responsáveis não têm formação e conhecimento específico para a correta gestão de resíduos de madeira, isso inviabiliza que os resíduos sejam utilizados como fonte de energia pelas olarias.

Palavras-chave: Resíduos de madeira. Construção Civil. Geração de energia

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a construção civil no estado do Amazonas vem crescendo de maneira acelerada devido um grande crescimento populacional oriundos também da imigração de outros países como a Venezuela e outros países em conflitos, com isso surge novos empreendimentos residenciais, comerciais e industriais gerando, mas empregos e aumentando o consumo em geral, consequentemente um maior volume de resíduos de madeira usado na construção civil e na escala do processo o polo oleiro do estado do Amazonas também terá um aumento na sua produção para atender o crescimento da construção, consumindo ainda, mas insumos de madeira para gerar calor e energia.

Esse trabalho visa avaliar os benefícios da coleta e destinação dos resíduos de madeira para o reaproveitamento em fornos de indústrias cerâmicas do Amazonas, por meio de análise de viabilidade técnica.

Essa análise é de grande relevância acadêmica pois mostra como os resíduos de madeira dos canteiros de obras da construção civil pode ser reaproveitado como gerador de energia em industrias do polo cerâmico sendo importante para gerar conhecimentos, soluções e conscientização que o velho pode ser reaproveitado e mais lucrativo em aspectos econômicos e ambiental, utilizando resíduos para transformar em energia limpa e de maneira sustentável não havendo a necessidade de desmatar e degradar o meio ambiente.

Como resultado o resíduo de madeira descartado pela obra é uma solução eficaz onde a construtora doa esses insumos para a indústria cerâmica que por sua vez trata e transforma esse insumo de madeira em calor e energia se mostrando um método de alto benefício econômico e ambiental.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. CENÁRIO DOS RESIDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) elevou de 3,5% para 6% a projeção de crescimento do setor em 2022. De acordo com a economista da CBIC, Ieda Vasconcelos, o setor surpreendeu e deve registrar incremento de 6% em seu Produto Interno Bruto (PIB) neste ano. “Depois de registrar alta de 9,7% em 2021, era esperado um crescimento de 3,5% neste ano. Entretanto, os números já conhecidos do segundo semestre levaram a uma forte revisão de estimativa. Dessa forma, a construção registrará o segundo ano consecutivo de alta superior à economia nacional, o que não acontecia desde 2012/2013. Também é importante destacar que o incremento das atividades do biênio 2021/2022 será de 16,28%, o maior desde o período 2010/2011, quando cresceu 22,37%”, destacou.

Mediante o grande e importante desenvolvimento da construção surge o aumento do consumo de materiais como a madeira. O segmento da construção é uma atividade conhecidamente consumidora de recursos e é responsável por impactos ambientais, embora procure reduzir ou compensar os impactos através de novas técnicas.

Até o ano de 2002 no Brasil não existiam políticas públicas para o gerenciamento dos resíduos gerados pela indústria da construção civil. Somente Em 05 de Julho de 2002 entrou em vigor a Resolução nº 307 do CONAMA, a primeira que estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, visando

proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental. Em 16 de Agosto de 2004, entrou em vigor a resolução nº 348 do CONAMA que altera o art. 3º, item IV, da Resolução nº 307. Considerando-se que os resíduos dessa natureza representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas e que a disposição de resíduos da construção civil em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental, os Municípios são os responsáveis pela gestão e destinação ambientalmente correta de tais resíduos, buscando a efetiva redução dos impactos ambientais.

Convém salientar que o atual sistema de consumo/produção é considerado como um dos maiores vilões responsáveis pela poluição e seus maléficos efeitos ao meio ambiente. Esses ocorrem desde o momento da extração dos recursos naturais, passa pela produção e uso de bens de consumo e por fim na geração de resíduos. Tais processos são considerados como uma das principais causas dos impactos ambientais negativos que assolam o planeta.

Ainda que muito importante para a sociedade como um todo, a indústria da construção civil é umas das gigantes geradoras de resíduos. Estudos demonstram que a construção civil é responsável pelo consumo de cerca 66% de toda madeira extraída e gera 40% de todos os resíduos sólidos na zona urbana [...]". Composto por restos de tijolos, cimento, gesso, PVC, fiação elétrica, cerâmicas e madeiras etc. (HANSEN, 2008).

Como existe uma grande variedade de resíduos sólidos gerados através do processo industrial da construção civil, estes se classificam pelas características ou propriedades identificadas. A classificação é importante para a escolha da estratégia de gerenciamento e reaproveitamento mais viável. A norma NBR 10004 (ABNT, 2004), trata da classificação de resíduos sólidos quanto a sua periculosidade, ou seja, características apresentadas pelo resíduo em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contaminantes, podendo apresentar potencial de risco a saúde pública ou ao meio ambiente.

Algumas opções para reaproveitamento desses resíduos podem diminuir a quantidade despejada no meio ambiente e consequentemente, seus impactos, como: reutilização dos recursos empregados, utilização consciente dos recursos naturais

Como existe uma grande variedade de resíduos sólidos gerados através do processo industrial da construção civil, estes se classificam pelas características ou propriedades identificadas. A classificação é importante para a escolha da estratégia de gerenciamento e reaproveitamento mais viável. A norma NBR 10004 (ABNT, 2004), trata da classificação de resíduos sólidos quanto a sua periculosidade, ou seja, características apresentadas pelo resíduo em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contaminantes, podendo apresentar potencial de risco a saúde pública ou ao meio ambiente.

Os resíduos podem ser classificados em classes e granulometrias distintas. Na primeira classe estão os resíduos tidos como perigosos, na segunda os não perigosos e suas subdivisões de inertes e não inertes, onde os inertes são aqueles que não possuem relevância para determinação de alguns aspectos, e os não inertes os que apresentam grande potencial de combustibilidade, biodegradabilidade e solubilização em água (BARRETO, 2020).

Os resíduos da construção civil são divididos em quatro classes tipológicas, conforme a resolução CONAMA 307/02 (Conselho Nacional do Meio Ambiente):

a) Classe A: resíduos reutilizáveis ou recicláveis;

b) Classe B: resíduos recicláveis para outras destinações;

c) Classe C: resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação;

d) Classe D: resíduos perigosos provenientes da construção

Para não é só a geração e descarte irregular dos resíduos da construção civil que preocupam. Em escala mundial, este setor consome 40% da produção total de energia, 12-16% de toda água disponível, 32% de recursos não-renováveis e renováveis, 25% de toda a madeira, 40% de todas as matérias-primas, 30-40% de todos os resíduos sólidos e emite 35% de gás carbônico, o que se faz necessário aprofundamento em estudos sistemáticos para aproveitamento/reciclagem dos resíduos com fins de mitigar ou minimizar o quanto puder os impactos negativos (DARKO; CHAN *et al.*, 2017).

Em relação ao total de resíduos gerados na construção civil, a classe A corresponde a 91%, a classe B corresponde a 9%, e as classes C e D não são estatisticamente quantificadas. Ainda que corresponda apenas 9% do montante, a classe B possui um resíduo muito importante e de alto valor agregado para geração de energia, a madeira (CAVALCANTI e ALVES, 2018).

As normas e diretrizes que regulamentam a destinação final desses resíduos são de grande importância para abrandar ou minimizar os danos, porém, pelo aumento constante da indústria da construção civil, os descartes irregulares e o não reaproveitamento dos resíduos continuam sendo alvos de grandes preocupações.

O ideal seria se a reutilização e reciclagem dos resíduos na obra fossem práticas constante e incorporada ao dia-a-dia das construtoras como parte integrante do planejamento e execução das obras. Porém, no Brasil essa prática ainda é vista como sobrecarga de trabalho e até mesmo como empecilho para o andamento dos serviços e seus prazos (LIMA,2012).

2.2. A MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A madeira apresenta a sua versatilidade através de diferentes espécies de árvores, sendo utilizada em diversos setores. É um produto comercializado em todas as regiões do Brasil, devido a sua característica fundamental como a rigidez, não poderia ser diferente a utilização dela na construção civil. O setor da construção envolve vários recursos, entre esses recursos a madeira que é útil em várias etapas de edificações. No Brasil, a sua aplicação em construções tem características diferentes de outros países, portanto a madeira é um recurso indispensável na construção civil (LIMA *et al.*, 2017).

Como consequência desse uso, tem-se uma grande quantidade de resíduos de madeira que precisam ser reaproveitados ou destinados corretamente. Desse modo, é preciso encontrar o equilíbrio entre a realização produtiva e lucrativa com o desenvolvimento sustentável, resultando positivamente para o meio ambiente, causando também economia para a construção.

A madeira é enquadrada como RCC (Resíduo de Construção Civil). A ausência de gestão e manejo adequados dos RCC pode provocar graves problemas ambientais e sanitários, como por exemplo: poluição visual em áreas de disposição irregular, abrigos para vetores de importância epidemiológica e assoreamento dos rios, por isso é estabelecido pela resolução CONAMA nº307, de julho de 2002 que "os geradores de resíduo da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos gerados", visando também benefícios de ordem econômica, social e ambiental (IWAKIRI, *et al.*, 2000).

Segundo a NBR 10004 (ABNT, 2004), as classificações dos resíduos são dispostas da seguinte maneira:

a) resíduos classe I - Perigosos;

b) resíduos classe II – Não perigosos;

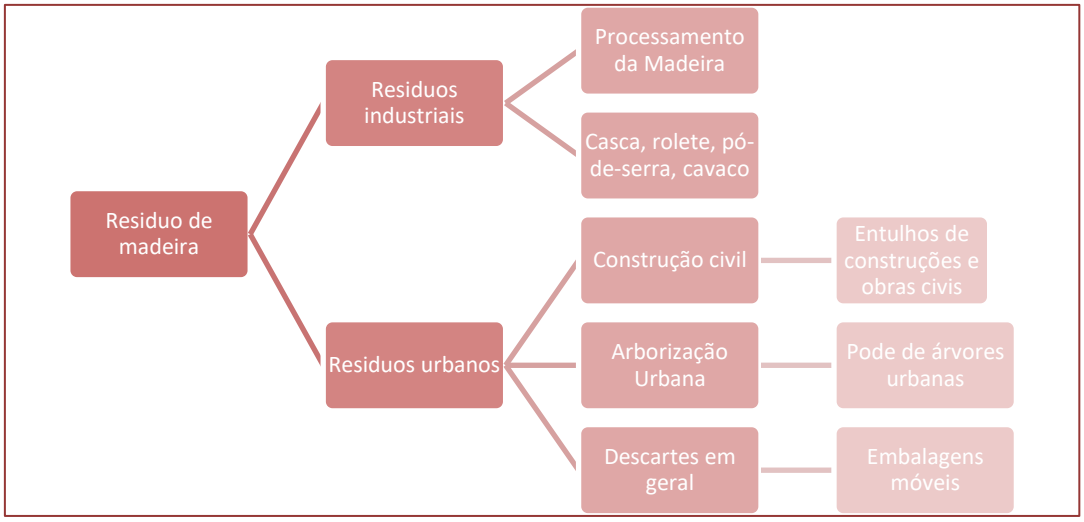
- Resíduos classe II A – Não inertes.
- Resíduos classe II B – Inertes

De acordo com A norma supra citada a madeira é classificada como um:

Resíduos Classe II – Não Inertes, podem ter propriedades como: biodegrabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. E Por ser um material leve, fácil de processar e estar amplamente disponível, a madeira é um componente da construção importante.

A resolução do CONAMA (nº307 de 5 de julho de 2002) foi criada com o objetivo principal de estabelecer diretrizes, definir critérios e procedimentos para o gerenciamento dos resíduos da construção civil, visa disciplinar e definir as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais, causado devido o uso de materiais que mais tarde se tornarão resíduos, sendo que a reciclagem dos resíduos gerados nas obras de construção e sua posterior comercialização trazem benefícios listados por diversas pesquisas internacionais e nacionais.

Figura 1 Diagrama de geração de resíduos de madeira



Fonte: Adaptação de Cavalcanti e Alves (2018)

Os resíduos de madeira mais comumente encontrados nas obras da construção civil são provenientes de compensado, barrotes, tábuas, ripão, trava de portas e pedaços de rodapés. Os materiais baseados na reciclagem de resíduos de madeira de construção civil podem ser identificados como eco-eficientes se reincorporados aos processos industriais ou retornar aos processos naturais no momento do descarte final.

A Norma 448 do CONAMA (2012) determina que os resíduos obtidos da construção civil devem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados às áreas de armazenamento temporários, que deve garantir que os resíduos continuem segregados e mantendo as características necessárias para reciclagem.

Baseado no que foi apresentado até aqui, pode-se constatar que a sustentabilidade da indústria da construção ainda é uma meta que apesar de simples ainda é difícil de ser alcançada. Mas, convém ressaltar que passos estratégicos rumo à sustentabilidade já foram dados através da implantação de leis e resoluções que deixa explicita uma preocupação concreta com o gerenciamento dos resíduos, e atualmente grande parte dos envolvidos na cadeia produtiva já têm a consciência de que mudanças são necessárias para que o objetivo de uma indústria da construção sustentável seja alcançado.

2.3. APROVEITAMENTO ENERGÉTICO A PARTIR DO RESIDUO DE MADEIRA

Através de estudos encontrados na literatura recente, pesquisadores relatam que os resíduos de madeira são os combustíveis selecionados para serem usados em fornos de biomassa, já que o processo de queima gera cinza proporcionalmente menos volátil e produz outros materiais residuais em comparação com outras biomassas e que 75% dos resíduos gerados pelas indústrias da construção civil são passíveis de valoração, reuso ou reciclagem.

Existe um conjunto de leis e políticas públicas, além de normas técnicas fundamentais para a gestão de resíduos da construção civil, contribuindo para minimizar os impactos ambientais. Mas as soluções para a destinação dos resíduos devem combinar compromisso ambiental, viabilidade econômica garantindo a sustentabilidade, condições para sua implantação e fiscalização. Assim como pesquisas e tecnologias aplicadas ao aproveitamento dos resíduos de madeira, biomassa nobre que pode servir como fonte de energia alternativa inserindo-se novamente em algum ciclo produtivo (MELLO, 2016).

Levando em consideração o bom emprego dos resíduos de madeira para a geração de energia, a alternativa é necessário que a separação para o processo seja próximo ao seu local de origem para que ocorra a maior quantidade possível de aproveitamento dos resíduos além do cuidado, em evitar ao máximo a umidificação para que não venha dificultar o processo de utilização para queima. Vale ressaltar que antes de ser resíduo o material era matéria prima e a necessidade de percorrer grandes distâncias seria um fator de desvantagem a sustentabilidade

O setor de cerâmica, setor que engloba as olarias, utiliza a madeira e resíduos madeireiros como principal biomassa para a geração de energia térmica. A madeira é um material essencialmente orgânico, composto, de maneira geral de, por 50% de carbono, 6% de hidrogênio e 44% de oxigênio. Além desses componentes orgânicos, a madeira contém uma pequena fração de componentes inorgânicos, que permanecem como resíduos após a sua queima, sendo denominados de “cinzas”, cujo teor na madeira não ultrapassa 2% (MOLINI; TIMM; CORAIOLA., 2014).

Figura 2 Fornalha de uma indústria cerâmica no município de Iranduba

Fonte: Autoria própria (2022)

A utilização da biomassa para geração de energia deve fundamentalmente levar em conta as características particulares de cada tipo de madeira, no que se refere à combustão. A biomassa adquirida pelas empresas para geração de energia geralmente apresenta-se muito heterogênea, devido a diferentes tipos de madeira adquiridos (CALEGARI, 2005).

Conforme o madeiramento utilizado na construção civil está dividido em:

a) Construção pesada externa como: madeira serrada, estacas, tábuas, pontes, torres de observação, etc., tendo como referência de madeira o angico-preto, pinus, melancieira, pequiarana e cedro rosa.

b) Construção civil pesada interna como: vigas, caibros, pranchas para cobertura, etc., tendo como referência a madeira de peroba-rosa e angelim vermelho.

c) Construção civil leve interna como: madeira serrada beneficiada em forros, lambris e guarnições, tendo como referência de madeira o ipê.

d) Construção civil leve como: portas, venezianas e caixilhos, tendo como referência a madeira de pinho-do-paraná, entre outras espécies (ZENID, 2009).

O mesmo autor explica que existe uma variabilidade grande de preferência em obras civis, podendo variar as espécies de acordo com a região do Brasil devido à disponibilidade da espécie e consequentemente dos seus valores para aquisição.

No Brasil, a utilização da biomassa proveniente da madeira pode ser cada vez mais interessante já que existe uma grande demanda de madeira, para utilização nos processos de secagem e armazenamento dos produtos de agropecuária, como o caso dos grãos, da avicultura e também nos processos de caldeiraria caso fosse reutilizada de forma natural e com vantagens, pois a queima de biomassa da madeira provoca a liberação de dióxido de carbono na atmosfera, mas como este composto havia sido previamente absorvido

pelas plantas que deram origem ao combustível, o balanço de emissões de CO2 é nulo (MELLO, 2016).

O autor *retro* citado relata que mesmo sendo um material orgânico, a madeira é cem por cento reciclável, seja por tecnologias ou aproveitamento para a composição de outros produtos, pois a madeira após triturada pode ter outras formas e diferentes resistências, voltando a ser tapumes, caixas de madeira ou mesmo ser utilizada na indústria da celulose dependendo de que segmento industrial encontra-se perto da fonte geradora do resíduo.

A biomassa é um combustível rico em voláteis, que constituem cerca de ¾ do seu peso. Isso faz com que o processo de combustão transcorra em seis etapas consecutivas bem definidas, secagem, emissão de voláteis, ignição dos voláteis, queima dos voláteis em chama, extinção da chama dos voláteis e combustão do resíduo de carbono (LORA; ANDRADE, 2009).

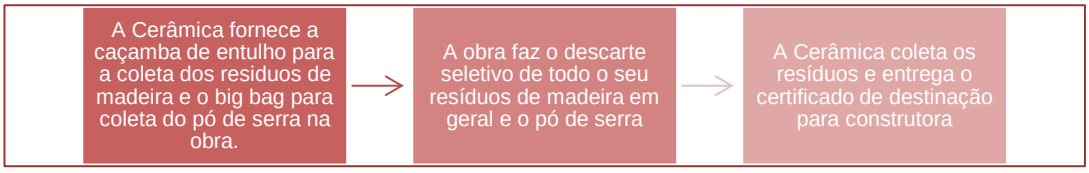
3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O método adotado nesse estudo apresenta uma pesquisa de campo objetiva que analisou o processo de descarte nos canteiros de obra e o reaproveitamento desses resíduos de madeira, no processo de queima de produtos cerâmicos.

- A análise foi feita por amostragem, onde foram selecionados duas construtoras e duas olarias aleatórias;
- Foram feitas visitas in loco em canteiro de obras e olarias;
- Foi registrado através de fotografias e entrevista, o processo de descarte do resíduo de madeira no canteiro de obra, armazenagem, desembarque nas indústrias, tratamento do resíduo e a utilização

Por meio das entrevistas, foi possível criar o fluxograma do descarte do resíduo de madeira como demonstrado na figura 3.

Figura 3- Fluxograma das etapas da pesquisa e processo



Fonte: Autoria própria (2022)

O estudo seguiu as seguintes etapas que serão discutidas no próximo capítulo:

- Etapa 1 - verificação da gestão dos Resíduos de Construção Civil (RCC)
- Etapa 2 - Demonstração dos benefícios dos RCC como opção de geração de energia renovável

- Etapa 3 - Evidência da diminuição dos impactos ambientais com o aproveitamento do resíduo de madeira.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. VERIFICAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)

Apurou-se nesse processo, que as empresas deixam a cargo das olarias a separação e coleta dos resíduos e este processo é feito superficialmente pelo motorista e ajudante que julgam ser possível de aproveitamento de todo o resíduo de madeira descartada pela obra, porque para o caçambeiro quanto maior o volume transportado para olaria mais rentável será o valor do frete para ele. E como os mesmos não apresentam conhecimento técnico para fazer tal avaliação e seleção, finda que o material que foi entregue na olaria não é 100% utilizável o que acaba acarretando geração de um volume considerável de resíduo de madeira que será ao aterro sanitário de Manaus e causará dano ambiental devido a armazenagem e separação do RCC não ter sido feita de forma correta.

Figura 4 - Caçamba aguardando carregamento

Fonte: Autoria própria (2022)

Como ilustrado na figura 4 acompanhou-se e foi registrado como é gerado o resíduo, qual a forma que o armazenamento desse resíduo é feito e por fim como o seu descarte é realizado através da caçamba disponibilizada pela olaria.

Na entrevista os responsáveis pela gestão dos resíduos nas empresas afirmaram que é quase impossível o cumprimento do critério de não geração de resíduos proposto na Resolução da Conama, de acordo com eles “poderiam até diminuir a quantidade de resíduos, pois seriam uma forma de reduzir custos”, mas que é impossível de acordo com eles uma obra não gerar RCC principalmente de madeiras.

Os entrevistados deixaram claro que estão cientes que a destinação dos RCC tem que ser feita de acordo com a classe cada resíduo e que tentam fazer corretamente essa

separação, mas que no dia a dia finda não sendo feita o que demonstra falta de profissional com conhecimento técnico específico para essa gestão.

Figura 5 - Obra

Fonte: Autoria própria (2022)

Na Figura 5 exibe-se uma das obras estudas e pode-se verificar que a obra está na fase de estrutura e a madeira está sendo utilizada como fôrma nesta fase. As duas construtoras visitadas estavam com obras de construção de edifícios residenciais.

Tabela 1 - Volume de RCC gerado

Empresa	Classe A Qtd m^3	Classe B Qtd m^3	Classe C Qtd m^3	Classe D Qtd m^3	Total Qtd m^3
X	93	41	22	13	169
Y	158	77	41	32	308

Fonte: Autoria própria (2022)

Na tabela 8 constatamos que a madeira é o segundo maior tipo de resíduo gerado na obra, logo percebe-se a importância da destinação correta para que ela seja reutilizada da maneira correta e venha a ser tornar uma opção beneficia para geração de energia renovável.

4.2. ETAPA 2 - DEMONSTRAÇÃO DOS BENEFÍCIOS DOS RESÍDUOS DE MADEIRA COMO OPÇÃO DE GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL.

Realizou-se um trabalho de conscientização com os responsáveis das duas obras, onde foi demonstrado o quanto é benéfico a reutilização para ambas as empresas pois a construtora faz o descarte do seu resíduo sem qualquer custo, como aquisição de caçamba para coleta e transporte para local adequado e possíveis multas de órgão fiscalizador, e a indústria cerâmica reduz seu custo na compra de insumos tendo custo apenas na logística e transporte, reduzindo impactos ambientais como o desmatamento e gerando menor quantidade de gás carbônico (CO2) e ganhando créditos de carbono.

Através da revisão de literatura acerca do tema observou-se que que além de gerar energia, existe uma real preocupação com o meio ambiente, o impacto social dessa energia e a segurança da produção dela ao longo do tempo.

Como fonte renovável de energia, a biomassa proveniente da madeira é considerada de grande potencial e o conteúdo energético, nesta biomassa está associado à quantidade de celulose, lignina presentes e a baixa umidade. Neste caso, o poder calorífico é um excelente parâmetro de avaliação da potencialidade energética dos combustíveis de biomassa (BRAND, 2010), logo o uso da biomassa como fonte de energia limpa vem ganhando importância ao passo que as estratégias da política nacional de energia concentram-se em fontes renováveis e de conservação (DEMIRBAS *et al.*, 2009).

Entre as vantagens encontradas nos estudos das escassas literaturas citam-se quase unanimemente: menor custo, menor emissão de gases que colaboram com o efeito estufa, menor degradação de equipamentos (como por exemplo, caldeiras ou fornos), menor impacto ambiental por ser um recurso renovável, possibilidade de aproveitamento dos resíduos gerados da extração e industrialização da madeira.

4.3. ETAPA 3 - EVIDÊNCIAS DA DIMINUIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS COM O APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DE MADEIRA.

Demonstrou-se através de estudos e literatura algumas evidências comprovadas de como o aproveitamento dos resíduos de madeira ajudam a diminuir os impactos ambientais causados pela construção civil, dentre esses destacou-se que:

Destacou-se o fato de que os resíduos de madeira são os combustíveis selecionados para serem usados em fornos de biomassa, já que o processo de queima gera cinza proporcionalmente menos volátil e produz outros materiais residuais em comparação com outras biomassas e que 75% dos resíduos gerados pelas indústrias da construção civil são passíveis de valoração, reuso ou reciclagem;

Apresentou-se os selos de sustentabilidade que são fornecidos às empresas e aos empreendimentos com as melhores práticas de reaproveitamento de resíduos e utilização de energias renováveis.

- Geração de energia com menor índice poluente.
- Combustão mais eficiente.
- Evita desmatamento.
- Mais barato que outros tipos de combustíveis.

- Geração de energia sustentável.
- Espaço de armazenamento reduzido e mais seguro.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando a aplicação da Resolução nº 307/2022 da Conama nas duas construtoras estudadas verificou-se que devido a obrigatoriedade, as duas empresas possuem enquadramento na Resolução e que oficialmente possuem plano de gerenciamento do RCC somente porque ele é obrigatório para obtenção da licença ambiental. Porém, no dia a dia essa gestão não é feita de modo a atender os pontos determinados na resolução.

In loco foi verificado como a gestão dos Resíduos de Construção Civil (RCC) é realizada *e* foi observado que a classificação dos resíduos não é feita corretamente e as construtoras não acompanham a destinação final que as olarias dão aos resíduos de madeira quando estes não estão em condição de aproveitamento.

Para demonstrar os benefícios dos RCC como opção de geração de energia renovável deve-se frisar que quando processo de gestão dos RCC ocorre de forma correta ele se torna viável e benéfico tanto para as construtora que fazem o descarte do seu resíduo através de doação sem qualquer custo de transporte quanto para a indústria cerâmica que reduz custo na compra de insumos, economiza em energia fóssil e reduz impactos ambientais como o desmatamento, gerando menor quantidade de gás carbônico (CO2) e também ganhando e créditos de carbono.

Apesar de escassos estudos enaltecem, destacam e evidenciam a diminuição dos impactos ambientais quando o aproveitamento do resíduo de madeira é realizado da forma correta.

Logo confirma-se que a correta gestão coleta de resíduos da obra é viável tanto para as cerâmicas como para as construtoras, porque diminuem os impactos ambientais causados pela grande quantidade de resíduos gerados pela construção civil e geram energia renovável.

Esse é um tema importante e merece entrar na agenda da sustentabilidade, mais estudos precisam realizados, por fim de modo geral ficou claro que a Construção Civil, em seu processo produtivo possui características diferenciadas em relação aos demais segmentos, e que devido seu tamanho e recursos utilizados, a torna uma grande geradora de resíduos que impactam negativamente no meio ambiente.

Deve-se citar que é possível melhorar o gerenciamento dos RCC, focando nos resíduos de madeira é necessário uma triagem mais detalhada, os profissionais do canteiro de obra precisam focar mais, as construtoras precisam treinar e acompanhar as pessoas envolvidas na gestão do RCC e para isso todos precisam ter um conhecimento aprofundado Resolução nº 307/2002 do Conama.

Mediante às perspectivas de crescimento da geração de resíduos de madeira, aliado as possibilidades de uso do resíduo para fins energéticos, cabe ao setor público, como agente regulador e promotor de desenvolvimento, a adoção e a prática de políticas públicas e mecanismos que facilitem a tarefa do setor privado, a utilizar ou viabilizar a utilização dos resíduos de madeira gerados e, quando isso ocorrer, garantir que os

benefícios sejam distribuídos a toda sociedade, contribuindo para melhorias sociais, econômicas e ambientais.

REFERÊNCIAS

[1] AGÊNCIA CBIC. Crescimento da Construção previsto para 2022 sobe de 3,5% para 6% em 2022.Disponível em:< https://cbic.org.br/construcao-civil-deve-crescer-6-em-2022-diz-cbic/#:~:text=A%20C%C3%A2mara%20Brasileira%20da%20Ind%C3%BAstria,correaliza%C3%A7%C3%A3o%20com%20o%20Senai%20Nacional>. Acesso em 27 nov 2022.

[2] BARRETO , Alisson Cabral. Desempenho técnico de misturas de diferentes tipos de solos. Orientador: Washington Peres Nunez. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/29499>. Acesso em: 15 nov 2022.

[3] BRAND, M. A. Energia de biomassa florestal. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. 131p.

[4] CALEGARI, L. et al. Características de algumas biomassas usadas na geração de energia no Sul do Brasil. Biomassa & Energia, v. 2, n. 1, p. 37-46, 2005. Disponível em:< http://www.renabio.org.br/04-B&E-v2-n1-2005-p37-46.pdf>. Acesso em: 16 nov 2022.

[5] CASTRO, MF; MACÊDO AP; BRITO, AV. Reaproveitamento De Resíduos Da Construção Civil No Campus Manaus Distrito Industrial. Disponível em: < 302-909-1-PB.pdf>. Acesso em: 16 nov 2022.

[6] CAVALCANTI, W. M.; ALVES, E. J. Aplicação de resíduos da construção civil como aglomerado de compósitos de madeira péletes/briquete: um estudo bibliográfico e documental. In 1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, Gramado, 2018.cava

[7] CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 307, de 17 de julho de 2002. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, nº 136, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 jul. 2002. Seção 1, p. 95-96. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307. Acesso em: 15 nov 2022.

[8] CRUZ, Zozimeire do Carmo da Silva. Os Resíduos Sólidos da Construção Civil na Cidade de Manaus. Disponivel em: < zozimere-do-carmo-da-silva-171310195.pdf>. Acesso em: 15 nov 2022.

[9] DARKO, A.; CHAN, A. P.; OWUSU-MANU, D. G.; AMEYAW, E. E. Drivers for implementing green building technologies: An international survey of experts. Journal of cleaner production,145, 386-394, 2017.

[10] DEMIRBAS M. F.; BALAT M.; BALAT H. Potencial contribution of biomass to the sustainable energy development. Science and Energy Company, v. 50, n. 7, jul., p. 1746–1760, 2009.

[11] HANSEN, S. Gestão socioambiental: meio ambiente na construção civil. Florianópolis: SENAI/SC, 2008

[12] IWAKIRI, Setsuo et al. Resíduos de serrarias na produção de painéis de madeira aglomerada de eucalipto. Scientia Agraria, Paraná, v. 1, n. 1-2, p. 23-28, 2000.Disponível em: Acesso em: 21 out. 2020.

[13] LIMA, Ruy Reynaldo Rosa; LIMA, Rosimeire Suzuki. Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Publicação CREA-PR. 2012

[14] LIMA, Anielly Iasmin Nunes; CRUZ, Caio Borba; SILVA, Érica De Lima. Impactos Provocados no Meio Ambiente Pelo uso da Madeira na Construção Civil. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 03. Ano 02, Vol. 01. pp 116-135, Junho de 2017. Acesso em: 16 Nov 2022

[15] LORA, E.S.; ANDRADE, R.V. Biomass as energy source in Brazil. Renewable and Sustainable Energy Reviews. v.13, n. 4, p. 777-788, 2009. Disponível em: Acesso em: 15 nov 2022.

[16] LOPES, Guilherme de Andrade; BRITO, José Otávio; MOURA, Luiz Fernando. Uso energético de resíduos madeireiros na produção de cerâmicas no estado de São Paulo. Ciência Florestal. ISSN 0103-9954. Santa Maria, 2016. v. 26, n. 2, p. 679-686.

[17] MAESTRELLO, Chadia Chahud. Reaproveitamento de resíduos de madeira da construção civil para geração de energia – revisão. Disponível em: 9112-Texto do Artigo-27222-1-10-20220523.pdf. Acesso em: 15 nov 2022.

[18] MELLO, Fábia Santos. Aproveitamento dos resíduos sólidos de madeira da construção civil para geração de energia alternativa. R. Eng. Constr. Civ., Curitiba - PR, v. 3, n.1, p. 32-41, jan./jun., 2016. Disponível em <Aproveitamento dos resíduos sólidos de madeira da construção civil para geração de energia alternativa | Mello | Revista Engenharia e Construção Civil (utfpr.edu.br)>. Acesso em: 15 nov 2022.

[19] MOLINI, M.; CORAIOLA, V; TIMM, Análise de olaria como destino de resíduos de madeira da construção civil. 2014. 60 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8302/2/CT_EPC_2013_2_15.PDF>. Acesso em: 27 nov 2022

[20] ZENID, J. G. Madeira: uso sustentável na construção civil. 2 ed. São Paulo: Instituto de Pesquisa Tecnológica: SVMA, 2009.

Capítulo 7

Estudo de viabilidade de implementação de monotrilho em Manaus/AM

Mateus dos Santos Machado

Resumo: Em muitas outras cidades do mundo, o assunto mobilidade urbana é bastante pensado pelos gestores públicos. A urbanização de Manaus é diferente de outras cidades brasileiras, seu crescimento foi tardio e acelerado. A única forma de locomoção em transporte público em Manaus são os ônibus. Embora outras opções sejam incluídas, o transporte público ainda é a opção mais utilizada porque é a mais acessível para a maioria da população. Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica e econômica da implementação do monotrilho na cidade de Manaus/AM. Para a coleta de dados, realizou-se primeiramente uma análise do Mapa de Intensidade de Ocupação e Gabarito por Corredores Urbanos e Segmentos do Plano Diretor da Prefeitura de Manaus. Ao final, discutiu-se os resultados considerando sua viabilidade econômica e social.

Palavras-chave: Monotrilho; Mobilidade; Transporte Público.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021), Manaus possuía 300 mil habitantes em 1970, em 2000, cerca de 1,5 milhão de habitantes e em 2020 com estimativa de 2,2 milhões de habitantes.

Em 2017, segundo a Prefeitura de Manaus, o transporte público era operado por 10 empresas, 221 linhas e uma média de 800 mil pessoas todos os dias utilizavam desses transportes. Embora a urbanização tenha continuado e a população aumente constantemente, o transporte público estagnou.

A implementação de um monotrilho em Manaus traria para a população maior conforto e segurança, além de maior agilidade nos trechos de destino, tendo em vista que o meio de transporte não estará em meio ao trânsito, fazendo com que tenha uma diminuição nos congestionamentos e diminuição de super lotações em transportes públicos. Manaus já contou com um projeto de implementação de um monotrilho em 2012 que estava avaliado em 1,4 bilhão de reais, porém não foi adiante.

Um monotrilho é uma aplicação especial para veículos ferroviários, pois sua base é baseada em uma viga de concreto protendido suportada e controlada por pneumática. O comportamento geral de um monotrilho de alta capacidade é semelhante ao dos metrôs. Recentemente, projetos de monotrilhos de média capacidade e estudos de aplicação tornaram-se comuns nas cidades brasileiras, especialmente em São Paulo. O comprimento médio dos carros é de 13 metros, portanto são curtos, mas largos, e a caixa tem mais de 3 metros de comprimento. São bidirecionais e sua configuração pode variar de 2 a 8 carros, configurando neste caso a capacidade para até 1150 passageiros com nível de conforto de 6 passageiros por m^2 (PREFEITURA DE MANAUS, 2015).

Analisando os apontamentos de Santos (2021) e de Silva e Victório (2019), a implementação de um monotrilho é de extrema relevância para a resolução dos problemas de mobilidade na capital amazonense. O transporte é capaz de transportar aproximadamente 25.000 a 35.000 passageiros por hora em ambas as direções, o que é uma solução rentável e acessível para os problemas de transporte local. Pensar em um modal com bastante eficiência, relativamente barato e não disruptivo para outras formas de transporte é um dos temas recorrentes nas discussões sobre mobilidade. Atualmente, até pensar em soluções alternativas para o problema do crescimento acelerado e desenfreado das grandes cidades mundiais é o maior desafio.

Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica e econômica da implementação do monotrilho na cidade de Manaus/AM. As questões que nortearam este estudo foram: Qual a viabilidade de implementação de monotrilho na cidade de Manaus/AM? Qual o melhor trajeto a ser definido para sua implementação? No decorrer deste estudo serão abordados os tópicos que possam responder essas questões norteadoras, serão abordados sobre o contexto atual da mobilidade urbana em Manaus e os benefícios do monotrilho em metrópoles.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA EM MANAUS/AM

O veloz crescimento da urbanização trouxe os problemas de mobilidade urbana discutidos hoje. Em muitas outras cidades do mundo, o assunto "mobilidade urbana" é bastante pensado pelos gestores públicos, bem como a procura por suções que resolvam os problemas de mobilidade urbana, principalmente nas metrópoles. (LUNELLI; MEYER, 2017).

A urbanização acelerada e as soluções não resolvidas no transporte urbano são importantes fatores nos problemas de transporte público de Manaus. A urbanização de Manaus é diferente de outras cidades brasileiras, seu crescimento foi tardio e acelerado. O aumento demográfico na capital amazonense é o principal causador dessa problemática (VENTURA et al., 2017).

A única maneira de se locomover em Manaus de transporte público é de ônibus. Embora outras opções sejam incluídas, o transporte público ainda é a opção mais utilizada porque é a mais acessível para a maioria da população. Embora importantes, ainda são insuficientes em muitos aspectos (VENTURA et al., 2017).

Na cidade manauara, não há compatibilidade entre o número total da população e as alternativas de transporte público. A falta de opções para conexões entre os diferentes pontos da cidade também afeta o deslocamento dos ônibus (LUNELLI; MEYER, 2017; VENTURA et al., 2017).

O transporte urbano possibilita todas as outras atividades econômicas, conecta mercados e possibilita o consumo e acesso a oportunidades de emprego e serviços públicos como saúde e educação. Portanto, o transporte público é considerado um direito social e um serviço essencial, de acordo com a Constituição Federal, e é de suma importância para atender às necessidades urgentes da comunidade, conforme o que é dito pela Lei de Greve (MACHADO et al., 2018).

O termo "mobilidade urbana" ganhou maior significado a partir do momento em que as pessoas perceberam maiores dificuldades para se locomover nas cidades, e isso pode ser reconhecido quando as cidades possuem um sistema de transporte público de má qualidade, uma estrutura insuficiente para um crescimento mais rápido. número de carros e falta de manutenção das estradas (QUINTELLA, 2022).

Um dos fatores que provocaram o crescimento populacional nos últimos 30 anos foi a implantação da Zona Franca de Manaus (ZFM), que impulsionou a economia da região e atraiu para a cidade mão de obra de outras partes do país. O processo de mudança do transporte público foi observado em Manaus, onde se constatou que a urbanização afetou diretamente a estrutura de transporte público da cidade, ou seja, o poder público responsável não conseguiu acompanhar o aumento da demanda. (AMARAL; CUNHA NETO; CAMPOS, 2018).

De acordo com o Jornal A Crítica (2017), apesar do crescimento econômico e social de Manaus, as autoridades responsáveis não têm investido em transporte público e mobilidade urbana, principalmente em serviços de mobilidade na capital. As necessidades diárias das pessoas que precisam se deslocar pela cidade recaem sobre o ônibus, que é o único e mais importante transporte público oferecido pelo poder público para atender a sociedade.

Em estudo divulgado pelo Instituto Projeta, o transporte público manauara é o quinto problema mais apontado pela população, ficando atrás da segurança pública, violência, desemprego e saneamento básico. A falta de segurança nos ônibus, o estado precário dos veículos e o alto preço da passagem (atualmente R$ 3,80) reforçam a insatisfação da sociedade. (AMARAL; CUNHA NETO; CAMPOS, 2018).

O Portal Amazonas em Trânsito (2019) diz que em relação ao transporte público, pode ser constatada a insatisfação dos usuários com a qualidade do serviço oferecido, problemas como condição do veículo, higiene, segurança, tempo de espera, demanda do usuário maior que a quantidade de veículos, disponibilidade, carência de ônibus em alguns pontos da cidade. Sendo esses alguns dos problemas que a população enfrenta todos os dias.

2.2. O MONOTRILHO E SEUS BENEFÍCIOS

Hoje, a experiência internacional dos países desenvolvidos mostra que o transporte público é o cerne da política de mobilidade urbana, no que tange o modal público. Em geral, o transporte ferroviário é a espinha dorsal de um sistema complexo ligado a outros diferentes usos coletivos (FANCIO et al., 2019).

O Monotrilho é denominado como um veículo leve sobre trilhos (VLT), cuja principal característica é trafegar em um único trilho, ao contrário das ferrovias tradicionais, que possuem dois trilhos paralelos. Essa característica facilita a inserção na estrutura urbana, pois reduz o espaço viário. (DAIBERT, 2021).

Este sistema supera obstáculos físicos com mais facilidade graças ao seu fácil levantamento e design propício. Outra característica importante é que as composições não se cruzam com outros modais de transporte, evitando assim acidentes e podendo se integrar objetivamente com os outros modais. (ALOUCHE, 2019).

De acordo com Faria (2014), em conexão com a necessidade de construção de trilhos de trens, abre-se uma oportunidade para a construção de um monotrilho, que torna novos projetos mais atrativos economicamente por utilizar locais até então não utilizados devido à pequena necessária para construção das pilastras do monotrilho. A construção deste modal também evita os custos de desapropriação, já que sua principal característica é a suspensão do trilho em colunas de sustentação que ocupam uma área menor.

Existem dois tipos de monotrilho, os que são alocados por cima do trilho, como mostra a Figura 1, e os que são localizados embaixo do trilho, suspenso por este, como mostra a Figura 2 (PASQUALETO; SOUZA, 2014).

Figura 1. Linha 15 do monotrilho de São Paulo/SP

Fonte: Wikipedia, 2022

Figura 2. Monotrilho em Qingdao, Província de Shandong na China

Fonte: Infomoney, 2017

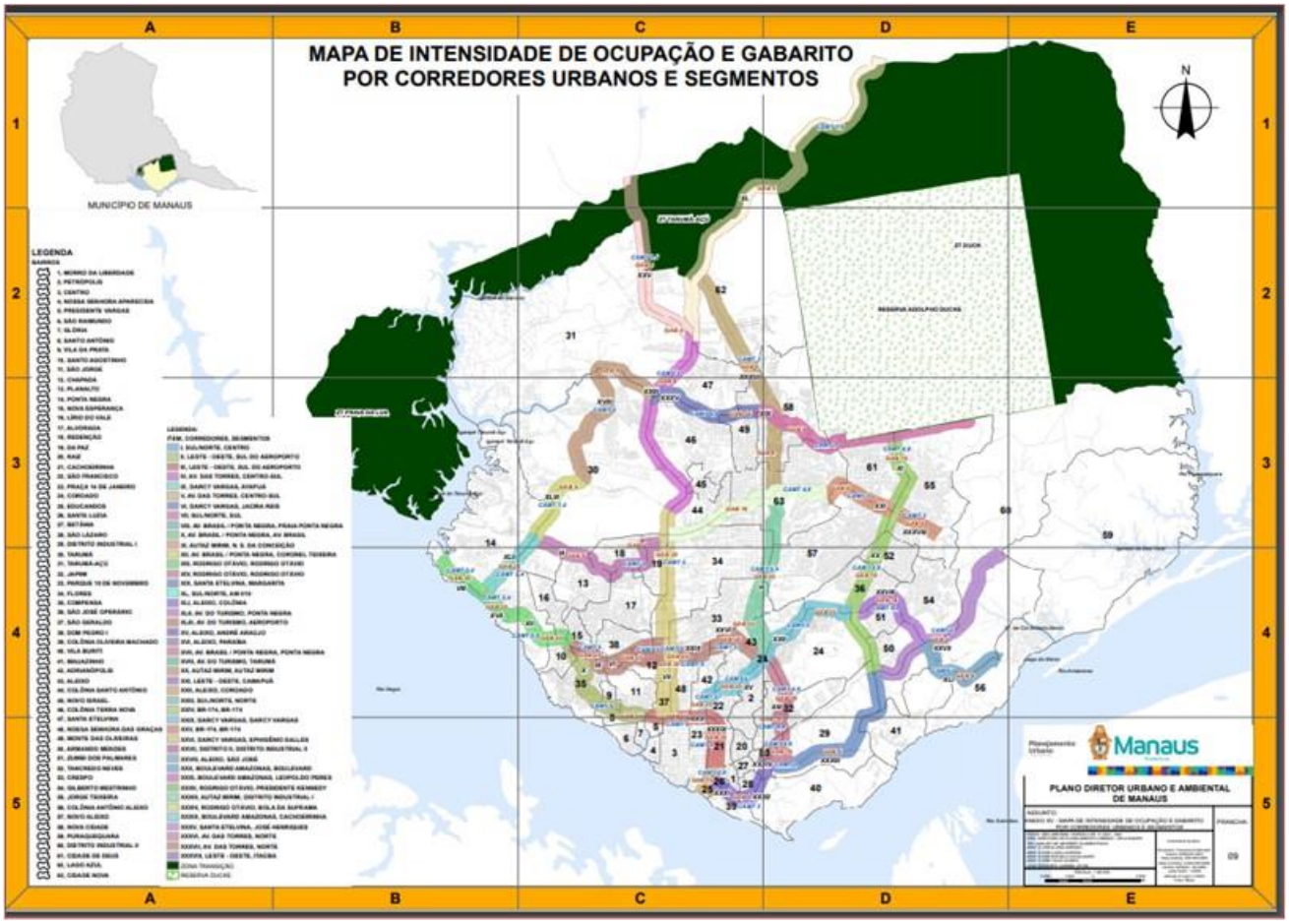
Em relação às questões ambientais, os monotrilhos utilizam a eletricidade como fonte de energia, evitando assim a queima de combustíveis fósseis, o que contribui para a redução das emissões de dióxido de carbono no meio ambiente. Outra característica importante é que os monotrilhos modernos costumam ter pneus de borracha que rolam sobre os trilhos e nas laterais para movimentar e estabilizar o trem, formando um sistema silencioso que ajuda a evitar também a poluição sonora. (VENTURA, 2021).

Atualmente, o único sistema de monotrilho em uso no Brasil é o de São Paulo, que possui duas linhas de alta capacidade ao mesmo tempo: a linha 15 prata, que vai do Ipiranga a Cidade Tiradentes, e a linha 17 ouro, que percorre do Jabaquara até o Morumbi, passando pelo Aeroporto de Congonhas (PASQUALETTO; SOUZA, 2014).

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para a coleta de dados, realizou-se primeiramente uma análise do Mapa de Intensidade de Ocupação e Gabarito por Corredores Urbanos e Segmentos do Plano Diretor da Prefeitura de Manaus (2021), conforme é mostrado na Figura 3. Levou-se em consideração as principais vias que se direcionam ao centro da cidade de Manaus, pois é o principal destino da população manauara. Partindo desse ponto, surgiu a necessidade de ligação da Zona Leste ao centro da cidade de uma forma mais rápida, pois o trajeto atual realizado por ônibus, em horário de pico partindo do Terminal 4 (Avenida Camapuã) leva de 1h a 1:30h para ser concluído, afinal o trasporte realiza várias paradas, enfrenta congestionamentos, entre outras situações que levam a esse tempo de duração no trajeto.

Figura 3. Mapa de Intensidade de Ocupação e Gabarito por Corredores Urbanos e Segmentos

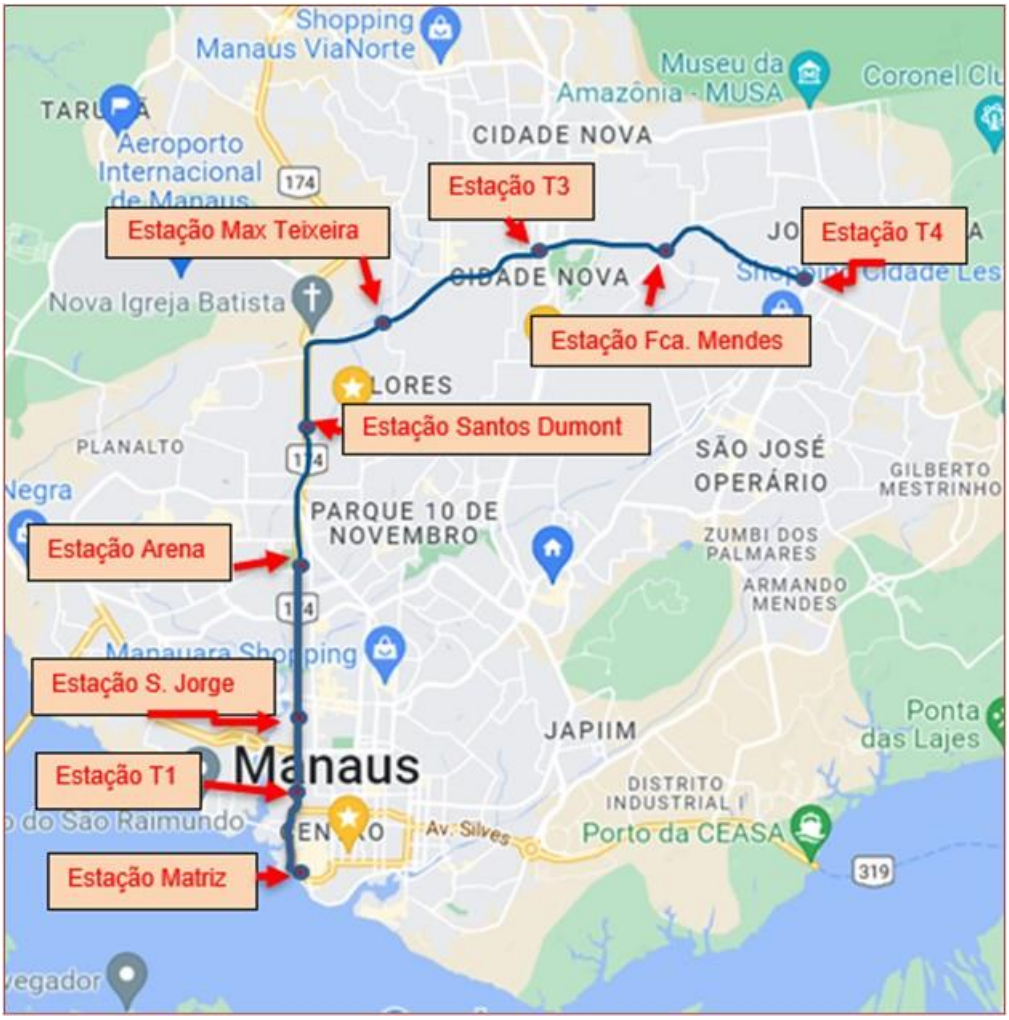


Fonte: Prefeitura de Manaus, 2021

Considerando os critérios supracitados, chegou-se aos seguintes pontos para a implantação de estações do monotrilho, definida em pontos estratégicos de integração que já existem, como no Terminal da Matriz, Termimal 1, São Jorge, Arena da Amazônia, Santos Dumont, Max Teixeira, Terminal 3, Hospital Francisca Mendes, Terminal 4. Isso permitirá que seja atendido às demandas de transporte público de Manaus, interligando a Zona Leste da cidade, no eixo Avenida Camapuã/Avenida Noel Nutels, com interligação

na Cidade Nova e prosseguindo pela Avenida Max Teixeira e Constantino Nery até o Centro da cidade. A Figura 4 retrata os pontos de estações demonstrados através da plataforma Google Maps.

Figura 4. Marcações das estações do monotrilho



Fonte: Autor, 2022.

4. ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA E SOCIAL

Uma das decisões mais importantes no planejamento de uma grande cidade é a escolha da opção de transporte que melhor atenda às suas necessidades. Na mobilidade urbana, isso afeta muito o desenvolvimento da cidade e seu perfil de expansão a médio e longo prazo, além dos efeitos imediatos na vida dos moradores e do meio ambiente, que afeta a poluição, o ruído. e consumo de energia (PEDROSO, 2017).

Em 2012, o projeto do monotrilho manauara teve um orçamento de 1,4 bilhão de reais e atenderia às necessidades de melhorias da cidade para a Copa do Mundo de 2014, já que Manaus seria uma das cidades-sede. O projeto atenderia até 35.000 passageiros por hora em ambos os sentidos. No entanto, a Justiça Federal do Amazonas cancelou a oferta em 2013 em resposta a um pedido do procurador-geral da República. (KATH, 2017).

Em uma análise feita por Alouche (2019), o monotrilho é uma tecnologia completamente diferente dos sistemas de metrô porque, apesar do nome, não corre sobre trilhos, mas sobre vigas de concreto ou aço em superfície elevada, sobre rodas de pneus, apoiadas na estrutura (*Straddle Type*) ou suspensos nela (*Suspended Type*). O autor deste artigo concluiu que a opção pelo *Straddle Type* seria a mais viável a ser utilizada em Manaus por se aproximar melhor das características exigidas para este caso, como a altura do trilho a partir do solo, facilitando sua locomoção, pois neste caso o monotrilho atravessará trechos com alta densidade de edificações.

O monotrilho é um modal que auxilia milhares de pessoas, espalhadas pelas principais cidades do mundo, a chegarem aos seus destinos sem serem atrapalhados no tempo por conta do trânsito conturbado. É uma solução para amenizar as faixas de tráfego a um preço mais competitivo do que o metrô comum. (SANTOS, 2020).

Santos (2020) descreve alguns benefícios de um monotrilho, são eles:

- Requer menos espaço na horizontal e na vertical;
- A largura ideal dos trilhos é definida de acordo com o tamanho do trem e não pela metragem da linha;
- Pelo fato de a pista ficar suspensa, utilizam um espaço menor no solo, sendo apenas esse espaço dedicado para as pilastras de suporte;
- Fazem menos barulho, pois circulam com pneus de borracha diminuindo atrito das rodas nos trilhos;
- A mobilidade nos trilhos é bem mais rápida;
- Por não descarrilare, são considerados seguros;
- Quando se compara aos metrôs, o custo de construção é menor.

Para implementar uma nova modalidade em uma grande cidade, é importante utilizar um método de tomada de decisão multicritério. A partir da identificação das necessidades decorrentes de problemas complexos, surgiram processos de tomada de decisão multicritério, onde é necessário analisar critérios de preferência pessoal como considerações políticas, riscos, beleza e custos. A utilização desses critérios é necessária para entender a realidade do problema analisado e escolher uma alternativa que permita tomar a decisão mais adequada. (DAIBERT, 2021).
Uma abordagem multicritério é muito importante quando usada para tomada de decisão em casos onde há incerteza sobre o fluxo de passageiros, explorar diferentes estratégias para alterar os fluxos de passageiros e tomar decisões quando os fluxos de passageiros são instáveis ou quando os dados de viagem são insuficientes (DAIBERT, 2021).

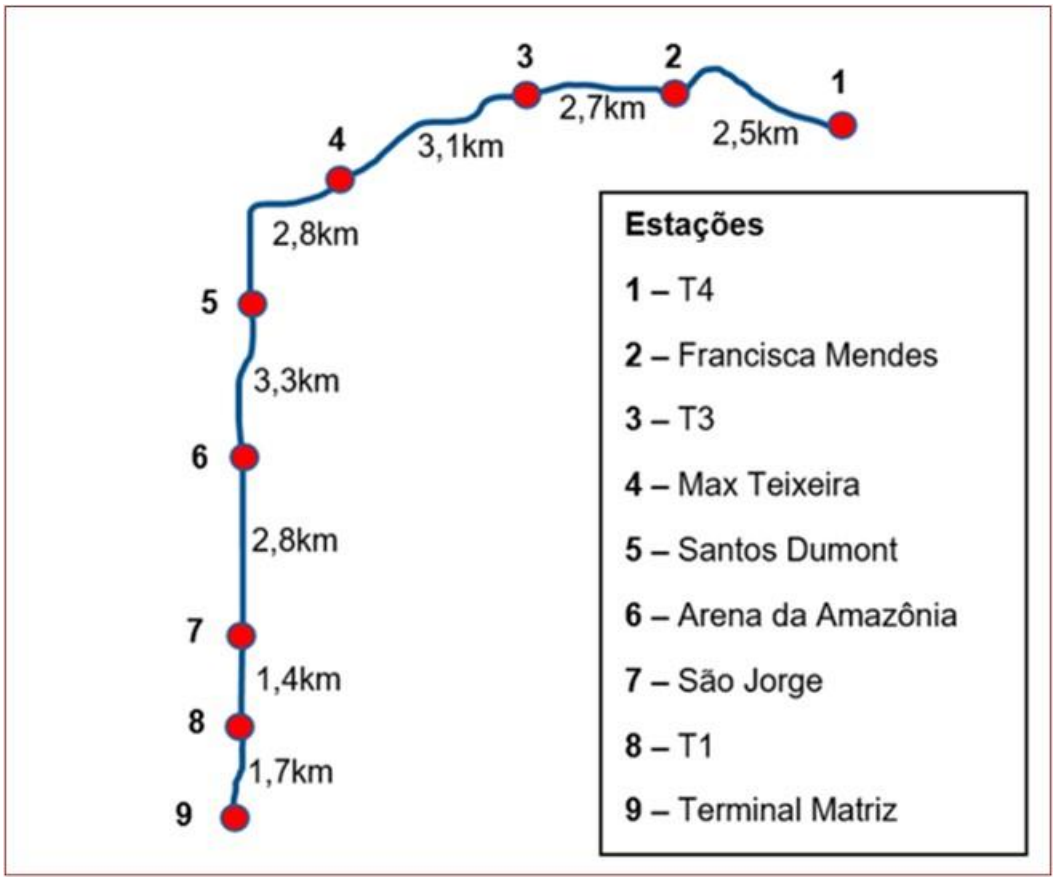
O monotrilho garante maior conforto, mínima interferência no trânsito, possui alta capacidade de atrair novos usuário para utilização do transporte, além de ter baixa emissão de carbono, comparado ao BRT, e de apresentar um menor custo de implementação comparado ao metrô, que oferece os mesmo benefícios que o monotrilho. Portanto, a implantação do monotrilho na cidade de Manaus, levando em consideração as questões econômicas e sociais, é viável.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para atender ao objetivo proposto por este estudo, a pesquisa foi feita para analisar a viabilidade técnica e econômica do monotrilho na cidade de Manaus/AM, por meio de pesquisa documental, analisando os impactos socioambientais no ambiente urbano, baseando-se também na literatura brasileira, buscando estudos que viabilizavam o tema proposto em outras metrópoles do Brasil.

Nesse estudo, foi possível atender ao objetivo e traçar uma rota viável para o monotrilho, juntamente com suas estações e distâncias entre cada uma. A distância entre cada estação foi obtida através da plataforma Google Maps, conforme está representado pela Figura 5.

Figura 5. Solução encontrada pelo estudo



Fonte: Autor, 2022

Com a análise da Figura 5 resultante tendo o percurso total de 20,3 km é possível otimizar o processo e reduzir o tempo total do percurso em 50%, sendo que o sistema irá operar em paralelo com sistemas de transporte atual. De acordo com Gonçalves et al. (2019) O monotrilho é um meio de transporte que reduz a emissão de dióxido de carbono no meio ambiente. Portanto, pode-se concluir que a implantação do monotrilho na cidade de Manaus/AM considerando os aspectos sociais e ambientais é possível e que apresenta melhor custo-benefício e otimização de rotas em relação à cidade. outros transportes atuais.

Como sugestões para estudos futuros, este autor sugere que sejam realizadas pesquisas diretamente com a população acerca da implantação do monotrilhoi, pois desta forma, a opnião popular é fundamental para implementação de um modal, tendo em vista são eles quem utilizam o transporte público diariamente.

REFERÊNCIAS

[1] ALOUCHE, P. **Monotrilho e VLT, modalidades diferentes?** (2019). Disponível em:< http://www.antp.org.br/noticias/ponto-de-vista/monotrilho-e-vlt-modalidades-diferentes-.html>. Acesso em 07 de dezembro de 2022.

[2] AMARAL, A. C.; CUNHA NETO, L. R. C.; CAMPOS, P. S. Os desafios e perspectivas no transporte públicona cidade de Manaus-AM: um estudo de caso com discentes do Centro Universitário do Norte (Uninorte) – Unidade 9. **Revista Científica Semana Acadêmica**, v. 1, n. 135, p. 1-13, 2018.

[3] AMAZONAS EM TRÂNSITO. **Pesquisa avalia qualidade do transporte público em Manaus** (2019). Disponível em:< https://amazonasemtransito.com/amazonas/pesquisa-avalia-qualidade-do-transporte-publico-em-manaus/>. Acesso em 23 de novembro de 2022.

[4] DAIBERT, J. D. **Uso de análise multicritério para o estudo da implantação do monotrilho entre regiões metropolitanas** (Dissertação). Mestrado em Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Brasil, 2021.

[5] FANCIO, C. S. **Estudo de caso comparativo de meios de transporte de alta capacidade em São Paulo** (2019). Disponível em:< https://dspace.mackenzie.br/bitstream/handle/10899/29297/CAROLINA%20SEVILLANO%20FANCIO-%20protegido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 07 de dezembro de 2022.

[6] FARIA, P. F. **Considerações sobre tecnologias de transporte de média capacidade no Recife** (Trabalho de Conclusão de Curso). Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Brasil, 2014.

[7] GONÇALVES, M. C. et al. Desenvolvimento de uma rota de monotrilho entre o aeroporto Afonso Pena e Curitiba usando o problema de caminho mínimo. In: **IXCongresso Brasileiro de Engenharia de Produção**. Paraná, Brasil, 2019.

[8] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados: Manaus** (2021). Disponível em:< https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/manaus.html>. Acesso em 10 de dezembro de 2022.

[9] JORNAL A CRÍTICA. **Transporte público é o quinto pior problema dos manauenses, diz pesquisa** (2017). Disponível em: https://www.acritica.com/channels/manaus/news/transporte-publico-e-o-quintopior-problema-dos-manauenses-diz-pesquisa. Acesso em 26 de novembro de 2022.

[10] KATH, A. **O monotrilho de R$1,4 bilhão que Manaus nunca viu** (2017). Disponível em:<https://amazonasatual.com.br/o-monotrilho-de-r14-bilhao-que-manaus-nunca-usou/>. Acesso em 01 de dezembro de 2022.

[11] LUNELLI, P.; MEYER, B. Mobilidade urbana e gestão de cidades: uma revisão bibliográfica sobre o tema. In: **I Congresso Internacional de Desempenho do Setor Público**. Santa Catarina, Brasil, 2017.

[12] MACHADO, L. et al. **Mobilidade urbana** (2018). Disponível em:< https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/18220/1/PRCapLiv214820_Mobilidade%20Urbana_compl_P_BD.pdf>. Acesso em 03 de dezembro de 2022.

[13] PASQUALETTO, A.; SOUZA, F. A tecnologia do monotrilho para o transporte de passageiros. **Revista Estudos Vida e Saúde**, v. 41, n. especial, p. 43-55, 2014.

[14] PEDROSO, G. **Avaliação energética, econômica e socioambiental de alternativas para sistemas de transportes urbanos coletivos a partir do modelo de apoio multicritério à decisão** (Tese). Doutorado em Energia, Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil, 2017.

[15] PREFEITURA DE MANAUS. **Frota do transporte coletivo de Manaus é reforçada com 30 novos ônibus** (2017). Disponível em:< https://www.manaus.am.gov.br/noticia/frota-do-transporte-coletivo-de-manaus-e-reforcada-com-30-novos-onibus/>. Acesso em 10 de dezembro de 2022.

[16] PREFEITURA DE MANAUS. **Mapa de intensidade de ocupação e gabarito por corredores urbanos e segmentos** (2021). Disponível em:< https://www2.manaus.am.gov.br/docs/portal/secretarias/implurb/Mapas%20Tem%c3%a1ticos/2021/MAPA%20ANEXO%20XV%20-%20CORREDORES%20URBANOS_ITENSIDADE%20E%20OCUPACAO.pdf>. Acesso em 10 de novembro de 2022.

[17] PREFEITURA DE MANAUS. **Plano de mobilidade urbana de Manaus: Volume 2** (2015). Disponível em:< https://www2.manaus.am.gov.br/docs/portal/secretarias/smtu/PlanMobManaus-Anexos.pdf>. Acesso em 10 de dezembro de 2022.

[18] QUINTELLA, M. **A problemática da mobilidade urbana sustentável nas cidades brasileiras** (2022). Disponível em:< https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/32948/A%20problem%c3%a1tica%20da%20mobilidade%20urbana%2021-11-2022%20v.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em 07 de dezembro de 2022.

[19] SANTOS, C. A. M. Estudo e desenvolvimento de um modelo matemático para um monotrilho elétrico sustentável de alta velocidade. In: **11º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP**. São Paulo, Brasil, 2020.

[20] SANTOS, C. A. M. **Viabilidade técnica e energética de um monotrilho de passageiros no eixo Rio de Janeiro – São Paulo** (Trabalho de Conclusão de Curso), Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Brasil, 2021.

[21] SILVA, J. O. D.; VICTÓRIO, E. R. Proposta de implantação de transporte do tipo monotrilho no eixo Campinas-Mogiguaçu. **Revista Acadêmica Digital Intellectus**, p. 170-186, 2019.

[22] VENTURA, I. et al. **Mobilidade urbana e transporte público em Manaus** (2017). Disponível em:<https://medium.com/lab-f5/mobilidade-urbana-e-transporte-p%C3%BAblico-em-manaus-1e562525706c>. Acesso em 01 de dezembro de 2022.

[23] VENTURA, S. R. **Aspectos ambientais e socioeconômicos de um monotrilho elétricopara transporte público no eixo Rio – São Paulo** (Trabalho de Conclusão de Curso). Curso de Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia do Campus Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista. São Paulo, Brasil, 2021.

Capítulo 8

Processo de implantação do projeto do Porto de Alvarães

Ritchie Flores Mendes

Resumo: As instalações portuárias de pequeno porte (IP4) são de grande necessidade para as cidades do interior do Amazonas, pois através delas pode ser realizado com segurança o desembarque e embarque de cargas e passageiros. Os processos de construção de uma IP4 são pouco abordados, mesmo sendo de suma importância para a população amazonense e através deste trabalho, foi demonstrado o processo de implantação do projeto das instalações de um porto por meio de um estudo de caso. Apresentou-se diversos aspectos desse processo, dentre eles as licenças necessárias para implantação do projeto. Projetos necessários para a implantação. Melhorias do transporte hidroviário.

As principais licenças necessárias para implantação do projeto do porto de Alvarães foram apresentadas, assim como suas condicionantes, por se tratar de uma obra na margem de um rio se faz necessário a emissão do PIP, licença Prévia, Licença de Instalação e a Licença de Operação.

Os Projetos executivos devem ser apresentados ao DNIT e só após a sua análise e aceite que pode se iniciar as obras. Os projetos executivos que servem como guias para o responsável técnico que irá executar a obra, mostram o detalhamento de todos os passos da obra, por isso os levantamentos para esse tipo de obra necessitam de uma precisão maior.

Ficou clara a diferença quanto aos tamanhos das embarcações que utilizam as estruturas navais para a chegada em terra. A construção de uma Instalação Portuária de Pequeno Porte evidencia a necessidade que os moradores de Alvarães vivenciam diariamente, e o fato de se possibilitar algo para facilitar o dia a dia dessa população é algo primordial.

Palavras-chave: Porto. Implantação. Projeto. IP4

1. INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade o transporte por meio hidroviário tem muita importância para a economia internacional e consequentemente os portos se tornaram peças essenciais para o desenvolvimento econômico de um país ou cidade, já que a maior concentração do tráfico hidroviário é de cargas e de passageiros.

No Brasil e especificamente no estado no Amazonas onde encontra-se a maior bacia hidrográfica do mundo, as instalações portuárias de pequeno porte (IP4) tem o propósito provê as cidades que dependem unicamente do transporte aquaviário e de instalações portuárias que oferecessem segurança no embarque e desembarque de cargas e pessoas.

Ainda há pouca informação sobre as construções de portos no interior do Amazonas, o DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) é o encarregado pela construção, manutenção e operação das IP4 do Amazonas.

O objetivo geral é demonstrar o processo de implantação do projeto da instalação portuária do município de Alvarães no estado do Amazonas, por meio de um estudo de caso. Já os objetivos específicos são: Apresentar as principais licenças necessárias para implantação do projeto, projetos necessários para a implantação e as melhorias do transporte hidroviário.

O interesse do tema surgiu a partir do contato direto da construção, manutenção e operações nas IP4. Atualmente o transporte aquaviário é bem mais barato se comparado ao transporte rodoviário e aéreo, tanto na capacidade de carga, custo e menor impacto ambiental.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. INSTALAÇÕES PORTUÁRIAS

Caixeta e Gameiro (2001) Dizem que os investimentos constantes em transporte exercem passivo e passivos no alcance de objetivos de desenvolvimento. Assim, os portos, como meio de transporte, devem ser analisados como um elo extremamente importante na integração do mercado nacional e global e, a sua modernização encontra-se entre as principais ações a serem desenvolvidas no plano de redução dos custos nacionais bem como no aumento das exportações.

As instalações portuárias são extremamente importantes para desenvolvimento econômico de um país, para que tenha uma maior eficácia na movimentação de carga e um resultado econômico ainda melhor se faz necessário implantar novas tecnologias para a melhoria dos portos.

Segundo a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq), os portos públicos brasileiros cresceram 3,2% no primeiro trimestre de 2018. Além do mais, esse modal é essencial para o transporte dos “granéis sólidos”, em que representam 61,8% de todo o movimento da categoria.

Por ser o meio de transporte mais barato e ter uma eficácia melhor no que se trata em capacidade para transporte de cargas, o investimento para construção de novas instalações é necessário.

2.2. IMPORTÂNCIA DAS INSTALAÇÕES PORTUÁRIAS DE PEQUENO PORTE NO ESTADO DO AMAZONAS

A navegação de interior como meio de transporte, possui como principais vantagens a grande capacidade de carregamento, menor custo por tonelada-quilômetro, maior eficiência energética e geralmente baixo custo de implantação, quando é comparada com os outros modais. ANTAQ (2019).

De acordo com Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, responsável pela construção, manutenção e operação das Instalações Portuárias Públicas de Pequeno Porte – IP4, após a implantação da infraestrutura adequada, o município é imediatamente beneficiado pela segurança, praticidade e celeridade no embarque e desembarque de passageiros e cargas. Ao concluir a obra, o DNIT disponibiliza a IP4 para uso da população, sem cobrança de tarifas. As IP4 estão concentradas no Pará e no Amazonas, e há também instalações em Rondônia, Roraima e Maranhão.

As IP4, que funcionam como portos para pequenas e médias embarcações, são estruturas fundamentais para prover municípios que ficam às margens dos rios, as comunidades ribeirinhas, e que dependem exclusivamente do transporte hidroviário. Em Maués, a IP4 será fundamental para o transporte de cargas e passageiros, além de promover mais segurança e acesso da população à educação, à assistência médica e à geração de emprego e renda (BRASIL, 2021).

Antes da política de implantação das IP4, as embarcações encostavam-se nas imediações das margens do rio e os usuários subiam os barrancos, que na estiagem podem atingir 20 metros de altura, desembarcando por “pinguelas”, num sistema precário exposto a acidentes e ao risco de perder suas mercadorias para as águas do rio.

2.3. PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DO PORTO DE ALVARÃES

O Governo Federal finalizou a construção da Instalação Portuária Pública de Pequeno Porte (IP4) no município de Maués, no estado do Amazonas. O novo porto garante operações na região durante todo o ano, mesmo com variação do nível da água. A instalação portuária contribui para a melhoraria da qualidade de vida da população e para o desenvolvimento econômico das cidades no interior do estado do Amazonas (BRASIL, 2021).

Existem alguns componentes de extrema importância quando se trata de uma obra portuária de pequeno porte, para a implantação do projeto é necessário a emissão de algumas licenças ambientais e licenças de autoridades marítimas, além de realizar todas as análises de viabilidade econômica.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), essas instalações são fundamentais para transporte da população do Norte do país, uma vez que os rios são as principais vias de locomoção da local, o assunto sobre a construção de instalações portuárias (IP4) de pequeno porte é pouco abordado nas pesquisas e trabalhos acadêmicos. Isso posto, este trabalho demonstra os principais processos de implantação do projeto da IP4 do município de Alvarães por meio de estudo de caso. Para

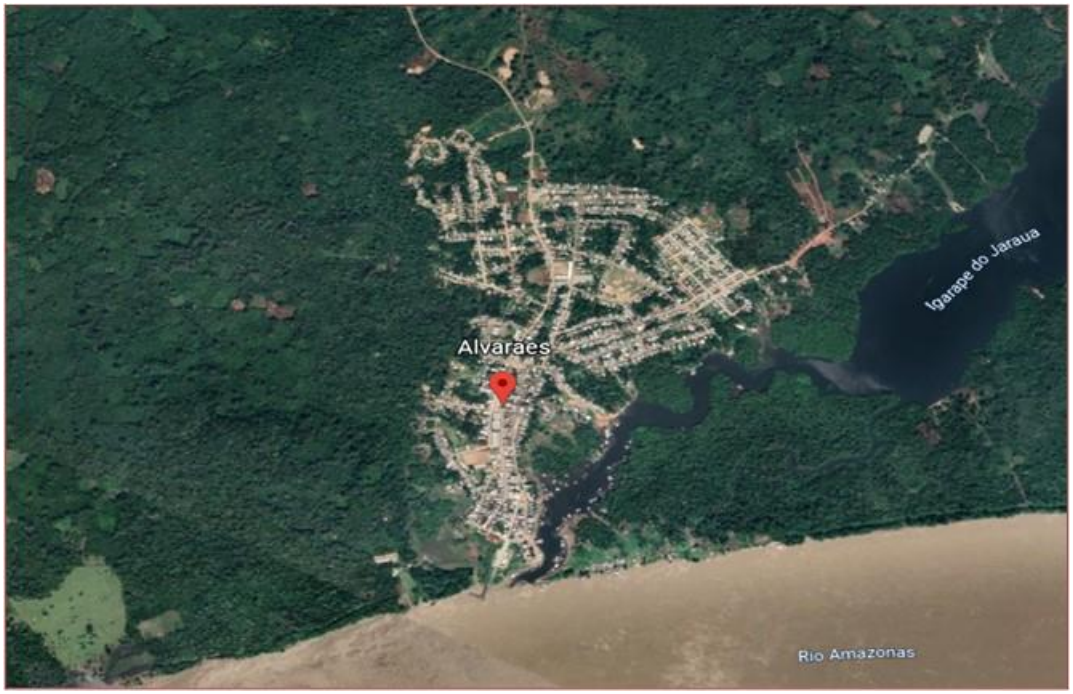
que o processo de projeto de implantação não fuja do planejado foram necessárias as seguintes etapas representadas na Figura 1.

Figura 5 - Fluxograma das etapas

3.1. ESTUDO DE CASO

O município de Alvarães está situado na mesorregião nº. 03, microrregião nº. 05, e código municipal 0002. Dista da capital do Estado do Amazonas, Manaus, 538 km linear e 680 km via fluvial.

Figura 6 - Município de Alvarães



Fonte: Google Earth (2022)

O município não possui uma estação portuária que supra a demanda de embarcações e as mesmas ficam acostadas de maneira desorganizada na orla do município, gerando dificuldades na movimentação de cargas e passageiros, sendo necessário a construção de um terminal hidroviário público. A abordagem da pesquisa é qualitativa, pesquisa feita por meio da pesquisa documental e bibliográfica.

3.2. APRESENTAR AS PRINCIPAIS LICENÇAS NECESSÁRIAS PARA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

Para construção de uma IP4 é necessário elaborar uma sequência de documentações para apresentar aos órgãos responsáveis para emitir licenças. Por ser uma obra nas margens de um rio, a Marinha através da NORMAM-11/DPC (2022, p. 6) descreve: "A Autoridade Marítima (AM) emitirá Parecer de Obras no que concerne ao ordenamento do espaço aquaviário e à segurança da navegação, por meio de seus Agentes da Autoridade Marítima (AAM), sem prejuízo das obrigações do interessado perante os demais órgãos responsáveis pelo controle da atividade em questão, seja da esfera Federal, Estadual ou Municipal". Todos os tramites para emissão desse parecer é realizado a partir da elaboração de alguns documentos que são condicionantes para essa licença.

As licenças da parte ambiental devem seguir a Resolução Conama Nº 237, (1997, p.) que diz "A construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis".

A Regularização junto aos órgãos ambientais tem suma importância por ser uma obra às margens de um rio, com encostas e áreas de vegetação, deve ser observadas e orientadas conforme legislação ambiental do Estado, vide IPAAM.

A Licença Prévia (LP). nº 006/09, expedida IPAAM (Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas), autoriza a execução dos estudos de viabilidade, visando à construção de uma instalação portuária, flutuante de passageiros, desembarque e embarque de materiais. Após a emissão da Licença prévia, pode-se iniciar o processo para emissão da Licença de Instalação (LI) que acorda com implantação do empreendimento, conforme as normas constantes nas normas, programas e projetos aprovados, incluindo os parâmetros de gestão ambiental e condicionantes.

Para esta licença é necessário a preparação de documentos como apresentação dos resíduos gerados da construção civil, atendendo a resolução CONAMA n° 307/02, após a entrega dos relatórios e análise do IPAAM, a licença só passa a ser válida após a publicação no Diário Oficial do Estado, periódico regional ou lugar de grande circulação, em meios eletrônicos de comunicação mantido pelo IPAAM.

Em seguida da LI, se faz necessário a solicitação da Licença de Operação (LO), que também contém uma sequência de pré-requisitos para sua emissão, isto posto, os relatórios técnicos que precisam ser elaborados são: Plano de emergência individual – PEI, que precisa conter os projetos hidrossanitários, Drenagem, Elétrico, Combate a incêndio, subestação e SPDA.

3.3. PROJETOS NECESSÁRIOS PARA A IMPLANTAÇÃO

O projeto executivo de engenharia é um conjunto de estudos e projetos a serem preparados, necessários e suficiente para início das obras, utilizando as normas pertinentes do DNIT e da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. O conjunto dos elementos técnicos deverá definir um elenco de soluções que permitam que

embarcações de cargas e pessoas possam utilizar o terminal hidroviário em qualquer época do ano resguardando a integridade física das embarcações, das cargas e pessoas.

Os projetos executivos de engenharia para construção da IP4 de Alvarães, assim como todas as atividades previstas, serão desenvolvidos dentro das seguintes fases:

Projeto/Estudo Preliminar, etapa caracterizada pelo deslocamento até o município para coletar dados, nesta fase, deverá ser consultada a Prefeitura Municipal sobre o levantamento das necessidades, ou seja, se o município já dispões de uma infraestrutura terrestre, que necessita ser adaptada e completada com o restante das edificações que compõem um terminal hidroviário. O desenvolvimento dos Estudos Preliminares (Projeto preliminar) se caracteriza como uma análise inicial das condições básicas para elaboração do projeto e uma série de posição destinadas a orientar as fases subsequentes. O projeto preliminar deve atender os requisitos a seguir:

- Visita de inspeção;
- Descrever o propósito do projeto;
- Caracterização do usuário principal;
- Pesquisar e analisar alternativas de localização;
- Levantar os dados básicos pelos locais analisados como possíveis para localização da obra (geofísicos, hidrométricos, topográficos, geotécnicos, viários etc.) e necessário à concepção do projeto.
- Identificar os problemas decorrentes do objetivo do projeto, sua adaptação ás condições locais e discutir possíveis soluções;
- Apresentar representações gráficas das alternativas consideradas;
- Indicar um cronograma de execução por alternativa considerada;

De acordo com a LEI Nº 8.666 (1993, Art. 7º) “As licitações para a execução de obras e para a prestação de serviços obedecerão ao disposto neste artigo e, em particular, à seguinte sequência: Projeto Básico, Projeto Executivo e execução das obras e serviços. § 1º A realização de cada etapa será obrigatoriamente precedida da conclusão e aprovação, pela autoridade competente, dos trabalhos relativos às etapas anteriores, à exceção do projeto executivo, o qual poderá ser desenvolvido concomitantemente com a execução das obras e serviços, desde que também autorizado pela Administração”

O Projeto Básico, elaborado em sequência e sintonia com os estudos preliminares ou anteprojeto, caracteriza-se por um grupo de elementos que definem perfeitamente a obra e os serviços a serem realizados e que atendem os objetivos precípuos do projeto.

O memorial descritivo, o memorial de cálculo, os desenhos e as especificações técnicas indicarão, em detalhes, as atividades e materiais que serão utilizados. Fazem parte integrante do projeto básico:

- A excelente descrição da obra;
- A preparação de projetos, utilizando e em sequência aos estudos preliminares;
- A execução de estudos topográficos, cadastrais, batimétricos, meteorológicos, hidrométricos e geotécnicos;

- O preparo do memorial descritivo e de cálculo, especificação técnicas com definição dos métodos executivos e a caracterização de materiais e serviços;
- A escolha dos prazos de execução;

O Projeto Executivo é a junção de componentes complementares ao projeto básico, indispensáveis e considerável para a execução do empreendimento com nível máximo de detalhamento possível em todas suas etapas, o desenvolvimento do projeto executivo será realizado em sequência do Projeto Básico e antes de iniciar a obra.

O projeto executivo assegura ampla apresentação de desenhos, com destaque para os desenhos de detalhes, confeccionados em escalas convenientes, inclusive gráficas, suficientes para orientar a construção do empreendimento e avaliar as quantidades de materiais e serviços fundamentais para sua execução, nele deve inclui o projeto arquitetônico completo das edificações, das estruturas, fundações, instalações, etc, levantamento de quantidades, memorial de cálculo e demais elementos indispensáveis ao completo entendimento do projeto. Fazem parte do projeto executivo o manual de operação e manutenção da instalação portuária.

3.4. MELHORIAS DO TRANSPORTE HIDROVIÁRIO

De acordo com o IBGE “As principais atividades econômicas do município de Alvarães são a agropecuária e o extrativismo, com destaque para as lavouras temporárias de mandioca, malva e cana-de-açúcar e a cultura permanente da banana. A piscicultura e a avicultura familiar também são outras atividades desenvolvidas com grande contribuição para a economia da cidade, ao lado do ramo de comércio e serviços, representado por estabelecimentos atacadistas e varejistas com produtos diversificados”.

O município possuí um flutuante em condições precárias de uso e de difícil acesso, principalmente na época da vazante, as atuais condições portuárias atendem embarcações-tipo:11 barcos pesqueiros e 32 barcos de recreio (com transporte de cargas e passageiros). Não existe no porto atualmente controle de frequência destas embarcações e nem de movimentação de cargas.

Para suprir tal deficiência as embarcações ficam acostadas de maneira desorganizada por toda a orla da sede do município, gerando dificuldades de acesso de passageiros e carga as embarcações.

Com a entrega da IP4 de Alvarães, que possui uma estrutura composto por duas pontes de acesso, móveis, e por dois flutuantes, um intermediário, para suporte das pontes, e outro, principal.

O comprimento total das pontes é de 90 metros, o flutuante intermediário dá suporte às pontes e é posicionado no local com auxílio de sistema de fundeio composto por poitas amarras e cabos de aço e tem seu deslocamento vertical limitado por um berço. O flutuante principal é o cais flutuante de dimensões principais de 52 metros de comprimento, 16 metros de boca e 2 metros de pontal, este flutuante apresenta duplo convés e fica posicionado no local com auxílio do sistema de fundeio composto de poitas, amarras e cabos de aço.

Com essa estrutura é possível que a administração responsável pela operação do porto realize o controle de frequência as embarcações e de movimentação de carga e

prover aos usuários e donos de embarcações mais segurança de navegação, facilitação do transporte e manutenção de cargas, o que não existia na antiga instalação portuária da cidade, as figuras a seguir mostra a antiga instalação portuária e a atual.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. LICENÇAS NECESSÁRIAS PARA A IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

A marinha só emite a licença após a apresentação dos estudos técnicos baseadas na NORMAM-11/DPC, esses documentos devem ser elaborados por Eng. Civil e Naval pelo fato da obra possuir estrutura civil e naval, após a conclusão da documentação, devem ser entregues a capitania, que analisará por meio de coordenadas geográficas do espaço que será utilizado e verificar se o projeto irá interferir na navegação, se colocará a vida em risco e se terá impactos no meio ambiente. Caso tudo esteja em conformidade, um parecer de interferência Prévia (PIP) é emitido pela Marinha, abaixo a listagem dos documentos solicitados na NORMAM-11/DPC que precisam ser apresentados para emissão do PIP;

- Planta de Situação (Assinadas por Eng. Civil),
- Planta de Localização (Assinadas por Eng. Civil);
- Memorial Descritivo (ART Eng. Naval);
- Memorial descritivo das instalações do terminal;
- Documentação fotográfica;
- O projeto da estrutura flutuante elaborado por Engenheiro Naval, prevendo o comportamento da estrutura flutuante nos diversos níveis dos regimes de águas;
- o projeto do sistema de fundeio e/ou de fixação da estrutura flutuante, conforme o caso;
- Descrição das características das embarcações que utilizarão a estrutura do flutuante;
- A carga suportada pela estrutura flutuante e de suas interligações com as estruturas fixas e pontos de terra.

Após a realização dos estudos para emissão das licenças ambientais os documentos solicitados pelo IPAAM, precisam ser apresentados para análise e solicitação da licença de operação, em sequência os documentos que devem ser apresentados.

- RB - Memorial Descritivo da Implantação do Empreendimento, conforme Termo de Referência IPAAM;
- RB - Anotação de Responsabilidade Técnica do responsável pela elaboração do Memorial descritivo;
- RB - Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), conforme Termo de Referência IPAAM;
- RB - Anotação de Responsabilidade Técnica do responsável pela elaboração do Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC)
- RC - Projeto de Terraplenagem;

- RC - Anotação de Responsabilidade Técnica do responsável pela elaboração do Projeto de Terraplenagem;
- RC - Projeto do Sistema de Tratamento de Efluentes Industriais;
- RC - Projeto do Sistema de Tratamento de Esgoto Doméstico/sanitário, aprovado pela companhia de água e esgoto;
- RC - Anotação de Responsabilidade Técnica do responsável pela elaboração do Projeto do Sistema de Tratamento de Esgoto Doméstico/sanitário;

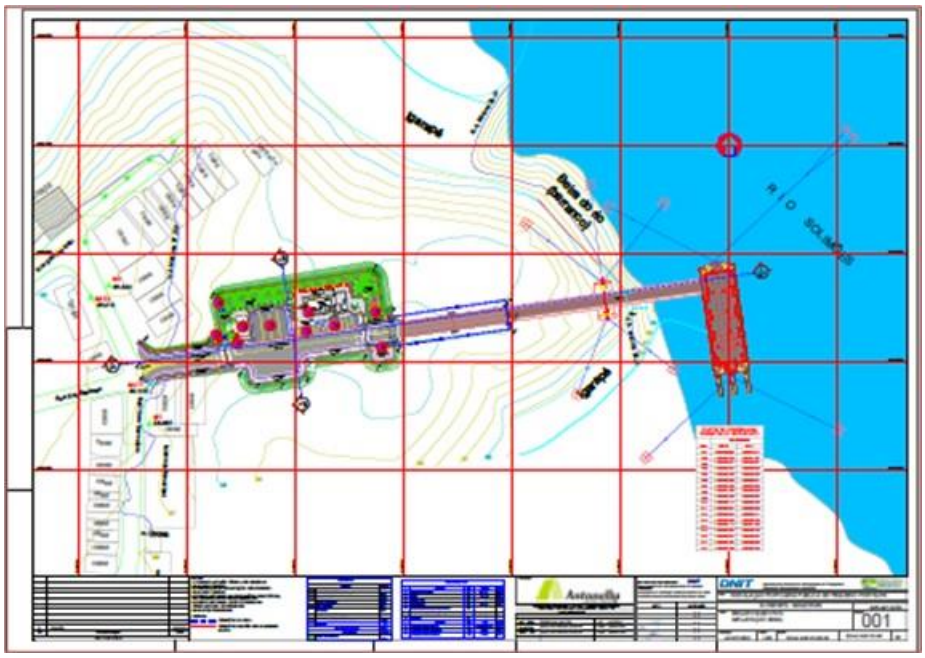
Após a elaboração do parecer técnico, o IPAAM precisa averiguar in loco as informações apresentadas. Após a realização de todas as análises, a licença também só passa a ser válida após a publicação no Diário Oficial do Estado, periódico regional ou lugar de grande circulação, em meios eletrônicos de comunicação mantido pelo IPAAM, essa licença apresenta uma sequência de restrições e condições para a licença permanecer vigente.

4.2. PROJETOS NECESSÁRIOS PARA A IMPLANTAÇÃO

Para iniciar a obra portuária deverá ser apresentado todos os projetos para aprovação do Departamento Nacional de Infra Instrutura (DNIT), só após o aceite da Fiscal da obra (DNIT) que se pode iniciar as obras e é de suma importância obedecer às normas das Concessionárias e Empresas de Serviços Públicos, às da Prefeitura Municipal e do Governo Estadual, INMETRO, ISO 9002, IPT, NEC, TSB36, TSB 40 e às prescrições da NR. 18 (Obras de Construções, Demolições e Reparos - Norma Regulamentadora aprovada pela Portaria nº 3214, de 08 de junho de 1978) e para as obras de atracação/acostagem obedecer às Regras de Classificação e Construção de Embarcações de Aço para Navegação Interior, emitido pela RBNA – Registro Brasileiro de Navios e Aeronaves S/C, em 2002, NORMAM 02, Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas na Navegação Interior e a NORMAM 11, Normas para Obras, Dragagem, Pesquisa e Lavra de Minerais Sob, Sobre e às Margens das Águas sob Jurisdição Brasileira.

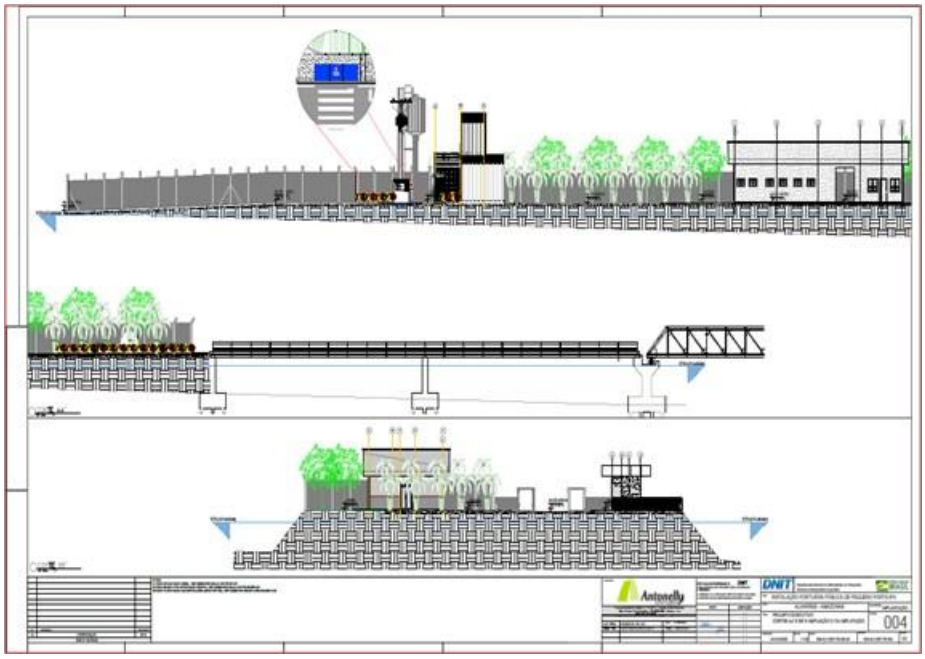
As Figuras 1 e 2 mostram os projetos de implantação da Instalação Portuária de Pequeno Porte do município de Alvarães:

Figura 7 - Projeto executivo/Implantação Geral



Fonte – Acervo técnico Antonelly

Figura 8 - Projeto executivo/cortes aa' e bb' e ampliação 01 da implantação



Fonte: Autoria própria (2022)

4.3. MELHORIAS NO TRANSPORTE HIDROVIÁRIO

As instalações são fundamentais para a locomoção da população do Norte do país, visto que os rios são as principais vias de locomoção da região, com essa estrutura é possível que a administração encarregado pela operação do porto realize o controle de frequência as embarcações e de movimentação de carga e prover aos usuários e donos de

embarcações mais segurança de navegação, facilitação do transporte e manutenção de cargas, algo que não existia na antiga instalação portuária do município de Alvarães e ainda não existem em alguns municípios do estada do Amazonas como por exemplo a cidade de Santo Antônio de iça que ainda não possui uma IP4.

A Tabela 1 mostra como é realizado o controle de pessoas, veículos, cargas e embarcações que utilizam a instalação portuária após a sua conclusão, vale ressaltar que esses levantamentos são feitos pela administração local do porto e os mesmos são repassados mensalmente para o DNIT, que é responsável pela operação das IP4 do Amazonas.

Tabela 1. Comparativo de controle da IP4

2016	2022
Não possuia controle de fluxco de veiculos	4.292 Veiculos
Não possuia constrole de embarcações	1.050 Embarcações
Não possuia controle de fluxo de pessoas	8.534 Pessoas adentraram na IP4
Não possuia controle do fluxo de cargas	1250,69 Toneladas de carga

Fonte: Acervo Técnico Antonelly (2022)

As figuras 4 e 5 a seguir mostra a antiga instalação portuária e a atual.

Figura 9 - Instalação portuária anterior

Fonte – Acervo técnico Antonelly

Figura 10 - Instalação portuária atual

Fonte – Acervo técnico Antonelly

O acesso de passageiros ao flutuante se dá por intermédio das pontes, através de passarela para pedestre. No flutuante, o passageiro acessa as embarcações. Já os veículos acessam o flutuante principal através de faixa específica para veículo, encosta e a transferência de carga para a embarcação ocorre através de equipamento de movimentação de carga da própria embarcação, do veículo ou manualmente.

As embarcações maiores acostam no cais, enquanto as menores têm a opção de acostar nos módulos secundários, tipo fingers, que estarão instalados na popa do

flutuante principal, e apresentam menor borda livre, facilitando o embarque e desembarque de embarcações pequenas. A capacidade das pontes é para veículo de 30 toneladas, de acordo com o padrão ABNT, para pontes rodoviárias.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pouco se fala nos trabalhos acadêmicos e em sala de aula dos projetos de implantação das instalações portuárias no Amazonas. A engenharia que envolve a construção de um porto está completamente relacionada com a evolução econômica de um local, saber os principais passos para a implantação do projeto portuário é de grande importância, pois este tipo de obra lida com alguns aspectos diferentes, por serem obras nas margens de rios.

As principais licenças necessárias para implantação do projeto do porto de Alvarães foram apresentadas, assim como suas condicionantes, por se tratar de uma obra na margem de um rio se faz necessário a emissão do PIP, licença Prévia, Licença de Instalação e a Licença de Operação.

Os Projetos executivos devem ser apresentados ao DNIT e só após a sua análise e aceite que pode se iniciar as obras. Os projetos executivos que servem como guias para o responsável técnico que irá executar a obra, mostram o detalhamento de todos os passos da obra, por isso os levantamentos para esse tipo de obra necessitam de uma precisão maior.

Ficou clara a diferença quanto aos tamanhos das embarcações que utilizam as estruturas navais para a chegada em terra. A construção de uma Instalação Portuária de Pequeno Porte evidencia a necessidade que os moradores de Alvarães vivenciam diariamente, e o fato de se possibilitar algo para facilitar o dia a dia dessa população é algo primordial.

As principais lacunas para o trabalho foi a dificuldade em encontrar trabalhos acadêmicos relacionados a construção de uma instalação Portuária de Pequeno Porte. Pouco se fala nas salas de aula de universidades do Estado do Amazonas sobre os processos construtivos das IP4, estrutura essa que são de extrema importância para região Norte.

O presente estudo pode servir como referência para possíveis pesquisas relacionadas as melhorias de obras portuárias, para possíveis pesquisas para estudo relacionados as manutenções e operação que são realizadas nas IP4.

REFERÊNCIAS

[1] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR13209 de 10/1994. Planejamento portuário - Obras de acostagem – Procedimento.

[2] _____NBR 13246/2017: Planejamento portuário - Aspectos náuticos – Procedimento.

[3] _____NBR 9782/87: Ações em estruturas portuárias, marítimas ou fluviais. Procedimento.

[4] _____NORMAM-11/DPC: Normas da autoridade marítima para obras, dragagens, pesquisa e lavra de minerais sob, sobre e às margens das águas jurisdicionais brasileiras.

[5] _____NORMAM-02/DPC: Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas na Navegação Interior

[6] BRASIL. Secretaria de Portos. Plano Nacional de Logística Portuária: Sumário Executivo. Brasília, 2015.

[7] Instalações portuárias de pequeno porte Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/antiga-daq/ip4/instalacoes-portuarias-publicas-de-pequeno-porte-2013-ip4

[8] Resolução 9.2022 – DAQ. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/central-de-conteudos/atos-normativos/tipo/resolucoes/resolucao-9-2022-daq-anexo.pdf/view

[9] Licenças ambientais concedidas disponível em: http://www.ipaam.am.gov.br/licencas-ambientais-concedidas/

[10] No Amazonas, Governo Federal conclui construção da IP4 no município de Maués. Disponivel em: https://forumbrasilexport.com.br/blog/brasil-export-2/no-amazonas-governo-federal-conclui-construcao-da-ip4-no-municipio-de-maues/

[11] Caixeta, J. V. e Gameiro, A. H. (2001) Transporte e logística em sistemas agroindustriais. São Paulo: Atlas.

[12] BRASIL. Secretaria de Portos. Plano Nacional de Logística Portuária: Sumário Executivo. Brasília, 2015.

[13] IP4 e Atracadores. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/instalacoes-portuarias-publicas-de-pequeno-porte-2013-ip4-e-atracadouros

[14] Infraestrutura Aquaviário. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario

[15] ANTAQ. Agência nacional de transportes aquaviários. Anuário Estatístico de Transportes. Brasília: ANTAQ, 2019.

[16] Resolução Conama Nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237_191297.pdf

[17] Lei Nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Disponível em: https://www.educacao.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/951.pdf

[18] DECRETO Nº 8.033, DE 27 DE JUNHO DE 2013. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20112014/2013/decreto/d8033.htm#:~:text=Art.,Portos%20da%20Presid%C3%AAncia%20da%20Rep%C3%BAblica.

[19] LEI Nº 7.661, DE 16 DE MAIO DE 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm

[20] RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 13-ANTAQ (ALTERADA PELA RESOLUÇÃO Nº 5105-ANTAQ, DE 22 DE NOVEMBRO DE 2016). Disponível em: https://www.abtp.org.br/upfiles/legislacao/Resolucao-Normativa-Antaq-13-de-2016.pdf

Capítulo 9

Planejamento e gerenciamento de obras: um estudo de caso da reforma e ampliação de um centro cultural

Vandreo Guimarães Aguiar Barroso

Resumo: O processo de planejamento é responsável por iniciar a concepção do projeto, bem como a qualidade, os gastos e os prazos. O gerenciamento decorre da verificação a conformidade da obra e a consistência das informações apresentadas pelo projeto. O êxito na construção de um empreendimento, está diretamente ligado à qualidade dos projetos. As deficiências destes projetos, levam a falhas no planejamento e gerenciamento de obra. Buscando promover a redução de erros em projetos, esse artigo teve como objetivo geral avaliar os fatores que levam ao erro na fase de elaboração de projetos, por meio de um estudo de caso. Para isso, foram identificadas as não conformidades constantes em projeto, por meio de análise documental, avaliados os impactos financeiros no processo executivo do empreendimento, por meio de levantamento de quantitativos e proposto um procedimento operacional de avaliação da qualidade do projeto, por meio de fluxograma. Assim concluí-o o aumento na produtividade, racionalização dos custos e a melhoria do desempenho técnico do projeto. Com isso foi possível demonstrar que a falta de comunicação, levantamento falho e falta de informações, são alguns fatores comuns que ocasionam a incompatibilização dos projetos, tornando-se inexequíveis do ponto de vista construtivo, sendo evitados com métodos que possibilitem uma boa elaboração. Sendo assim, a qualidade dos projetos, estão diretamente ligados ao orçamento, planejamento e a execução de determinada obra.

Palavras-chave: Planejamento. Gerenciamento de Obra. Qualidade do projeto. Incompatibilização. Erros de Projeto.

1. INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, a indústria da construção civil vem caminhando para grandes mudanças principalmente no que diz respeito ao planejamento e gerenciamento de obras, de modo que a execução de serviços tenha mais qualidade e produtividade, buscando medidas para aperfeiçoar o investimento de recursos em uma obra, o tempo gasto na sua execução e evitar os contratempos na execução. O planejamento, controle e gerenciamento de obras permite que os engenheiros conheçam o local com antecedência e, assim, verifiquem os pontos críticos onde as medidas preventivas devem ser tomadas (PIRES, 2014).

As falhas no planejamento e gerenciamento de obra, da reforma e ampliação do centro cultural, mostrou através dos projetos básicos, que a qualidade dos projetos, estar ligado diretamente com a sua elaboração. Falta de comunicação, levantamento ineficiente, falta de informações, são alguns fatores comuns que ocasionaram as incompatibilizações, fomentando erros, que poderiam ser evitados com uma compatibilização adequada.

Neste contexto, o presente artigo teve como objetivo geral avaliar os fatores que levaram aos erros na fase de elaboração de projetos, por meio de um estudo de caso, visando estabelecer métodos de integração entre projetos e a realidade da obra.

Apesar do setor de planejamento contar com os avanços em programas, para elaboração de projetos, ainda existe muitos fatores que ocasionam as falhas em projetos. Diante disso, torna-se essencial aplicar métodos que minimizem os erros, propondo medidas de correção e prevenção de futuros problemas executivos na obra.

Para os estudos e desenvolvimento deste artigo, foi abordado o gerenciamento de obras, vantagens da gestão de projetos e a concepção de projetos arquitetônicos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. GERENCIAMENTO DE OBRAS

O gerenciamento de obras é um método da construção, que organiza diferentes procedimentos em torno da busca por um foco na construção civil. O processo de planejamento e controle passa a ter um papel fundamental na empresa, pois tem grande influência no desempenho da produção (MATTOS, 2019).

Coordenar uma obra está ligado diretamente como administrar etapas da cadeia de produção da obra, contratos, prazos, custos, entre outras etapas, sempre buscando alcançar os objetivos e requisitos estabelecidos do escopo do projeto. Um planejamento de uma obra segue etapas claramente definidas. A cada etapa, os elementos das etapas anteriores são coletados e algo é adicionado a eles. (MATTOS, 2019)

A principal vantagem do gerenciamento de obras, é o controle total da obra e o acompanhamento rigoroso do planejamento do projeto, para que se tenha a certeza de uma construção exequível, para que assim cumpra o cronograma, administre o orçamento, ter gerencia eficiente da equipe, dentre outros.

2.2. VANTAGENS DA GESTÃO DE PROJETOS

A gestão de projetos é o conjunto de conhecimentos, habilidades, técnicas e ferramentas utilizadas para planejar, executar e fiscalizar um projeto, é uma área da construção civil que tem um objetivo de definir recursos necessários para a execução de uma obra. A gestão de projetos é o conjunto de ações envolvidas no planejamento e controle da aplicação de projetos, envolvendo tarefas de natureza estratégica, incluindo pesquisa de mercado e captação de recursos de projetos para produção (MELHADO, 2020)

A aplicação correta da gestão de projetos e suas técnicas, contribuem para o alcance do sucesso de um empreendimento. Podemos considerar também uma ferramenta que permite alcançar os objetivos com mais qualidade, reduzindo imprevistos e lidando melhor com os problemas

2.3. CONCEPÇÃO DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS

O início de um projeto se dá na sua concepção, é o esboço do projeto, essencial para qualquer obra. Nele e estabelecidos as ideias, espaços, um rascunho do que será construído ou reformado. Segundo Oliveira e Melhado (2006)

> "os processos de concepção e projeto devem ser vistos como estratégicos para a qualidade do edifício ao longo do seu ciclo de vida. A busca de novos métodos e processos que possam considerar precocemente a totalidade das questões envolvidas no projeto cada vez mais se torna de extrema relevância para o sucesso dos empreendimentos e para o progresso do setor da construção civil" (Oliveira e Melhado , 2006)

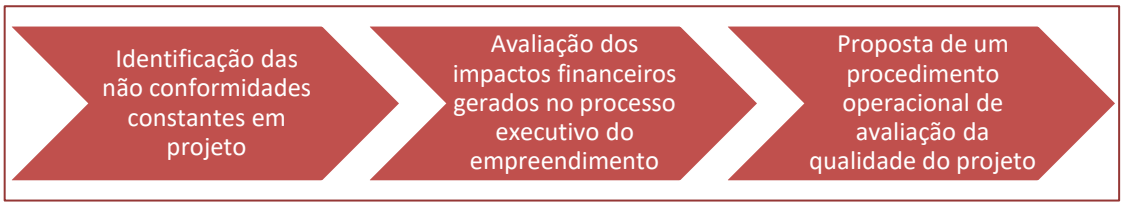
É nessa etapa que se estabelece os objetivos, analisando os recursos disponíveis, criar uma base de viabilidade do projeto, verificar a melhor maneira de atender as necessidades ou prever e solucionar os problemas que podem surgir durante o processo. Para Oliveira e Melado (2006)

> "Muitos dos esforços realizados pela indústria da construção civil para melhoria deste cenário dizem respeito ao aperfeiçoamento da fase de projeto. Dentre as fases do processo construtivo, a fase de projeto é apontada como aquela que apresenta as maiores oportunidades de intervenção e agregação de valor ao empreendimento" (Oliveira e Melhado, 2006)

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A metodologia escolhida na pesquisa em questão trata-se de um estudo de caso, relacionada as obras da construção civil que apresentam erros e não conformidades em seus projetos. Para alcançar o objetivo geral, foi avaliado os fatores que levaram ao erro na fase de elaboração de projetos, sendo necessárias as seguintes etapas representadas na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma das etapas de estudo

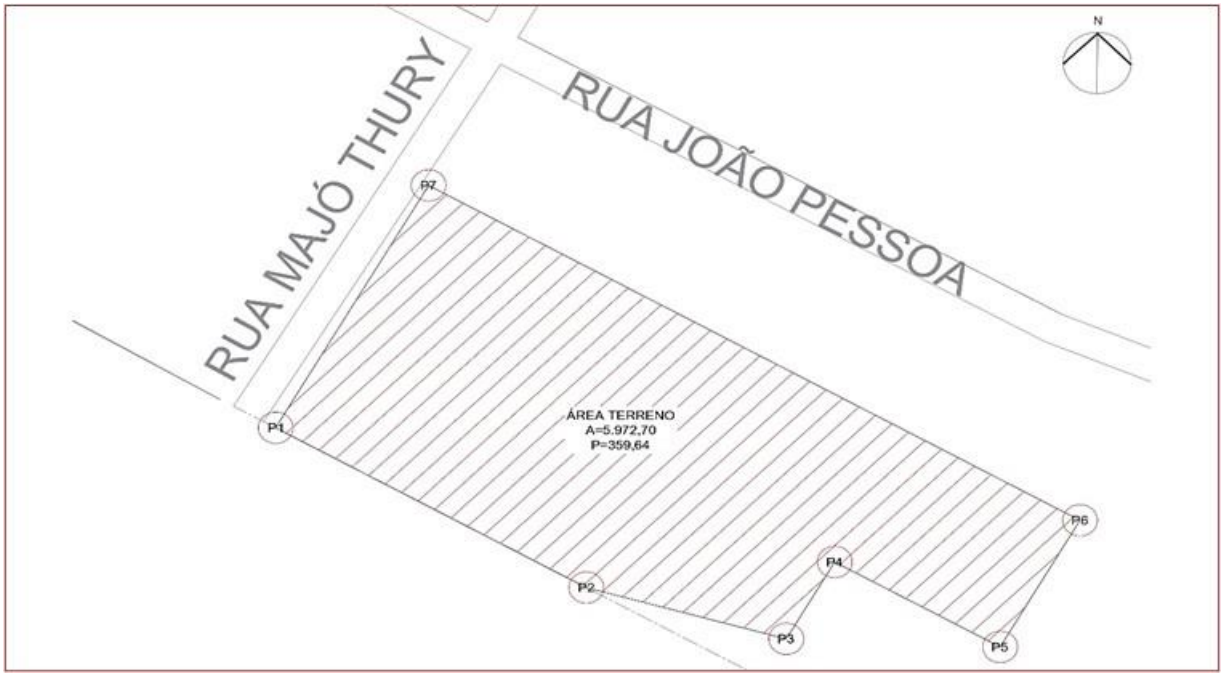


Fonte: Autoria própria (2022)

3.1. ESTUDO DE CASO

Para o estudo e análise de falhas de projeto, foi necessário escolher uma obra a qual possibilitasse acesso a todas as informações necessárias. O projeto em questão, trata-se da reforma e ampliação de um Centro Cultural, localizado no município de Codajás. A obra escolhida apresenta condições ideais para o estudo deste artigo, devido aos erros cometidos na elaboração do projeto. Durante a concepção deste estudo, o empreendimento ainda estar com as obras em andamento. Na Figura 2 é demonstrado o projeto de implantação do empreendimento.

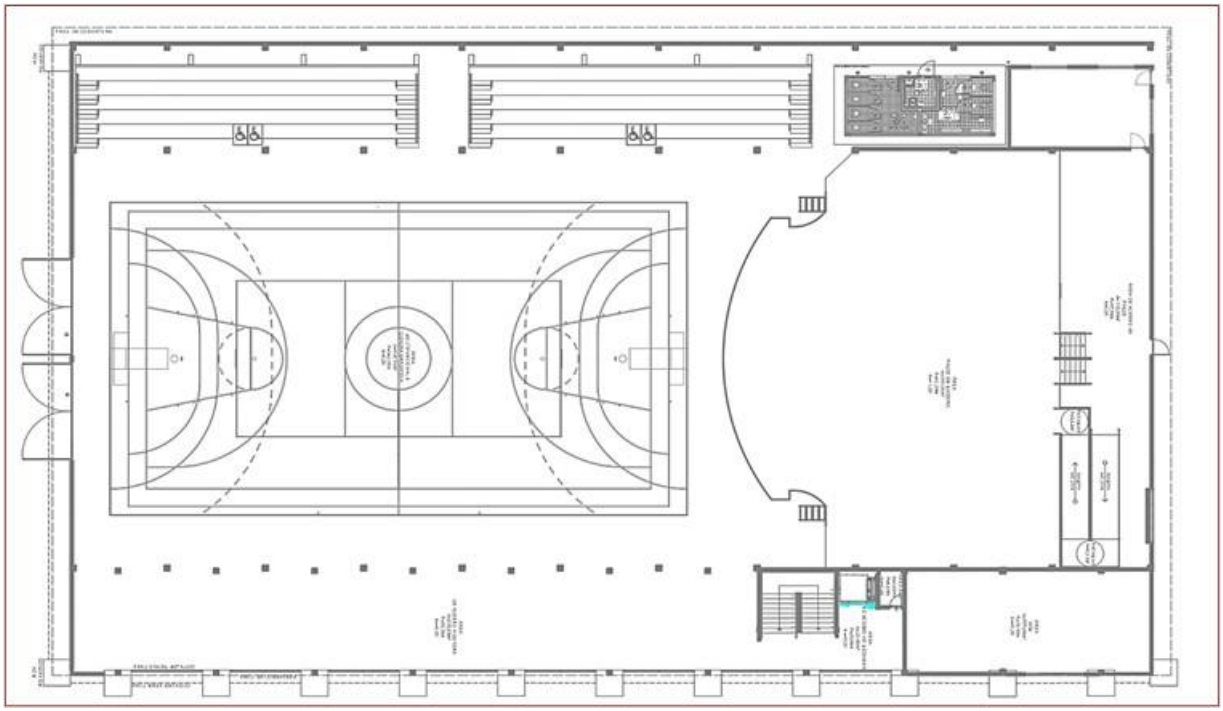
Figura 2 - Projeto de implantação do empreendimento escolhido para o estudo.



Fonte: Botelho (2021)

Para a proposta de reforma e ampliação, temos um empreendimento contemplando a construção de um banheiro, reforma e adequação das arquibancadas e palco, conforma a figura 3.

Figura 3 – Planta baixa de proposta do empreendimento



Fonte: Botelho (2021)

3.2. IDENTIFICAÇÃO DAS NÃO CONFORMIDADES CONSTANTES EM PROJETO

Para identificar as falhas em projetos, foi necessária uma análise documental, dos projetos arquitetônicos, como a implantação, planta baixa, corte e fachada do empreendimento em questão. Por meio do software AutoCAD® 2022 e com o "*As Built*" do projeto, pôde-se fazer um comparativo da edificação existente e a proposta de reforma. Além de verificar por meio de comparativos de projetos, as demais peças que estavam inseridas na proposta. Com o acesso a todos os projetos, iniciou-se uma compatibilização no próprio AutoCAD® 2022, utilizando o método de sobreposição de projetos, sendo analisado as cotas, as inclinações, espessura de paredes, entre outros elementos constituintes do projeto.

3.3. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS FINANCEIROS GERADOS NO PROCESSO EXECUTIVO DO EMPREENDIMENTO

Nesta etapa foram avaliados por meio de levantamento de quantitativos, utilizando o software Microsoft Excel®, a diferença orçamentária dos serviços propostos em planilha, para a real necessidade que se encontrava o empreendimento. Foram detalhadas as composições, áreas e volumes usados no orçamento, para verificar se estava compatibilizado com o apresentado em projeto. O efetivo orçamento, utilizou a data base 06/2021 - Desonerado, do banco de dados SINAPI.

3.4. PROPOR UM PROCEDIMENTO OPERACIONAL DE AVALIÇÃO DA QUALIDADE DO PROJETO

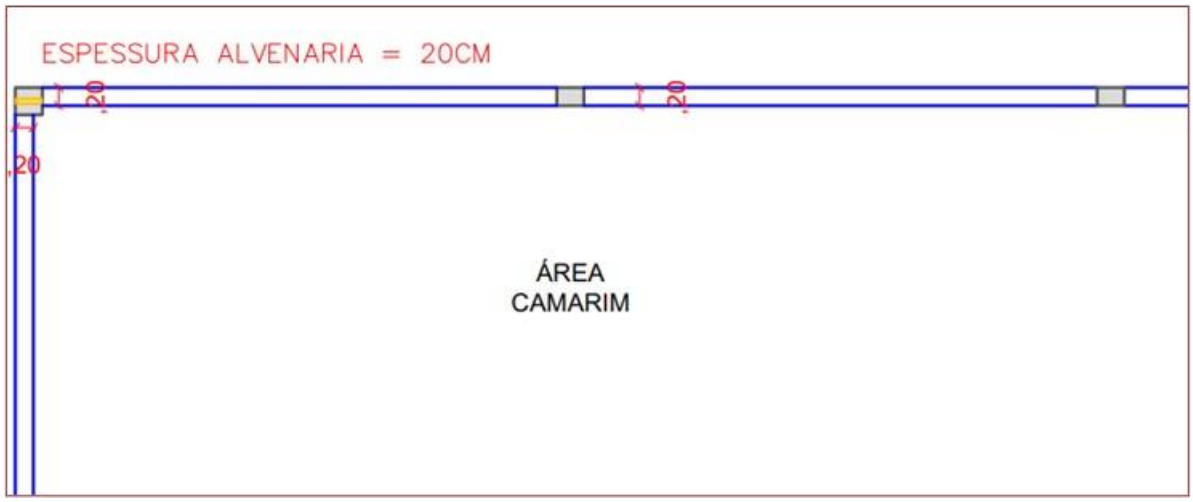
Para esta etapa foi idealizado um procedimento, que será estruturado por meio de um checklist, onde procederá um caminho para minimizar os erros cometidos na elaboração de projetos, como por exemplo: Estudo mais técnico do local da obra, uma visita com estudo de concepção do projeto mais detalhada, tempo hábil para a elaboração e orçamentação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. IDENTIFICAÇÃO DAS NÃO CONFORMIDADES CONSTANTES EM PROJETO

Diante de análises do projeto, constatou-se alguns serviços divergentes da obra, como por exemplo a espessura para demolição da alvenaria existente. A espessura real do projeto "*As Built*" se encontrava com 20 cm.

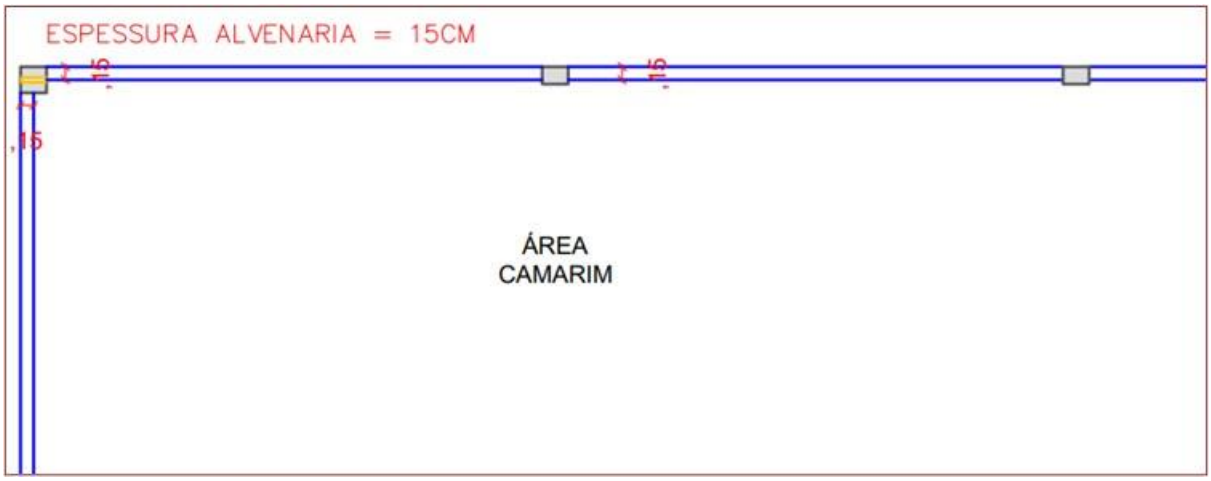
Figura 4 – Planta de Demolição de alvenaria – "*As Built*"



Fonte: Botelho (2021)

Porém, na elaboração do projeto de demolição, foi adotado sendo 15cm da espessura para demolição, conforme a Figura 5 a seguir

Figura 5 – Planta de Demolição de alvenaria – Proposta



Fonte: Botelho (2021)

Com a elaboração do projeto falho da espessura de alvenaria existente, foi levantado em consideração uma memória de calculo para o orçamento, seguindo o projeto da proposta de demolição, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Memória de cálculo demolição de alvenaria

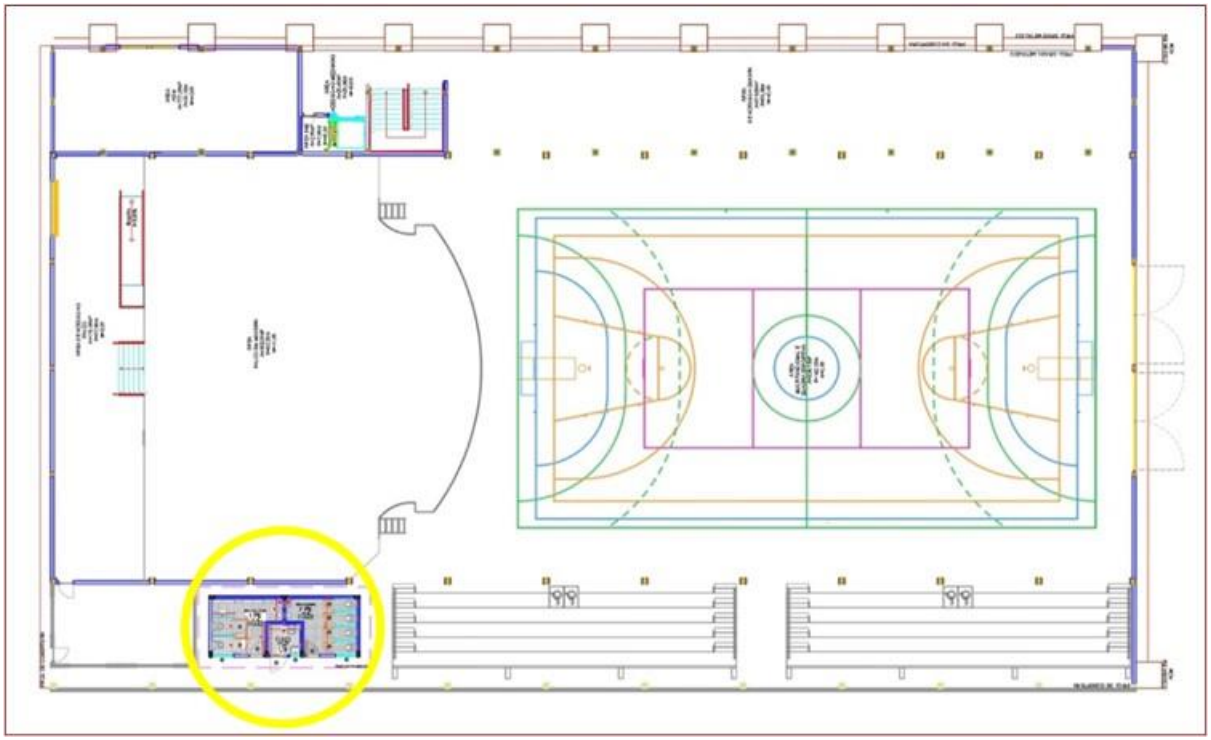
Demolição de alvenaria		15 cm de espessura	20 cm de espessura
Vista lateral esquerda	0,15 X ((5,95M) X (3,65+5,15+5,15+5,15+0,63+3,41 +1,13+5,15+5,15+4,90)) =	35,23	46,97
vão de acesso ao camarim	0,15 X ((2,10M X 0,80M) =	0,25	0,34
Casa de força	0,15 X ((3M) X (3,15+3,15+3,10)) =	4,23	5,64
Fachada	0,15 X ((4,49M) X (1,10+1,10+5,70)) =	5,32	7,09
Vista lateral direita	0,15 X ((5,95M) X (4,90+5,15+5,15+0,75+5,70+3,85+5,70+0,25+ 5,15+5,70+5,15+5,70+5,15+5,70+5,15) + (3 X (8,59+5+5+5+3+3+1,5+2,75+3+3)) =	79,64	106,19
Vão para porta corta-fogo	0,90M X 2,10M X 0,15M =	0,28	0,38
Desconto de vãos	((3,1M X 3,45M) X 0,15M) X 2 UNIDADES =	3,21	4,28
Volume Total=		121,75	162,33

Fonte: Autoria própria, 2022

Considerando-se uma diferença de volume para demolição de 121,75m^3 para 162,33m^3, isto é, um item com erro de quantitativo, derivado da incompatibilidade dos projetos apresentados. Erro que se iniciou no levantamento *in loco*, onde o levantamento foi falho e interferiu diretamente no quantitativo a ser trabalhado na obra.

No projeto de planta baixa, conforme na Figura 4 a seguir, estava previsto um banheiro no térreo, na parte interna do Centro Cultural.

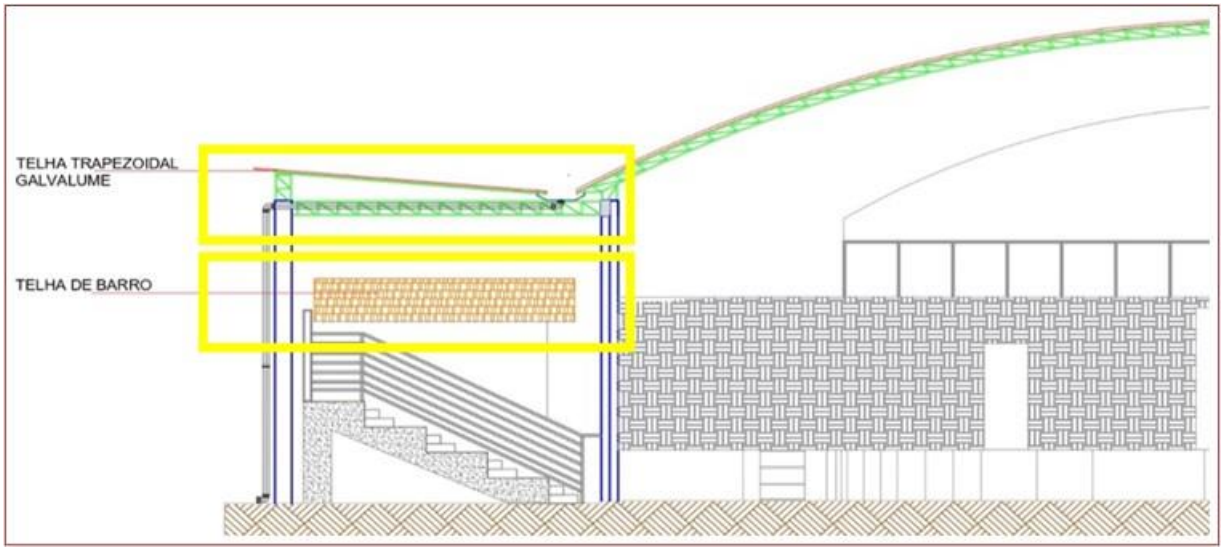
Figura 4 – Planta baixa do empreendimento



Fonte: Botelho (2021)

Observando o corte, na Figura 5 a seguir, nota-se uma cobertura, com telha de barro neste banheiro. Analisando tecnicamente, é inviável uma cobertura para este módulo, onde o mesmo já se encontra em uma área coberta.

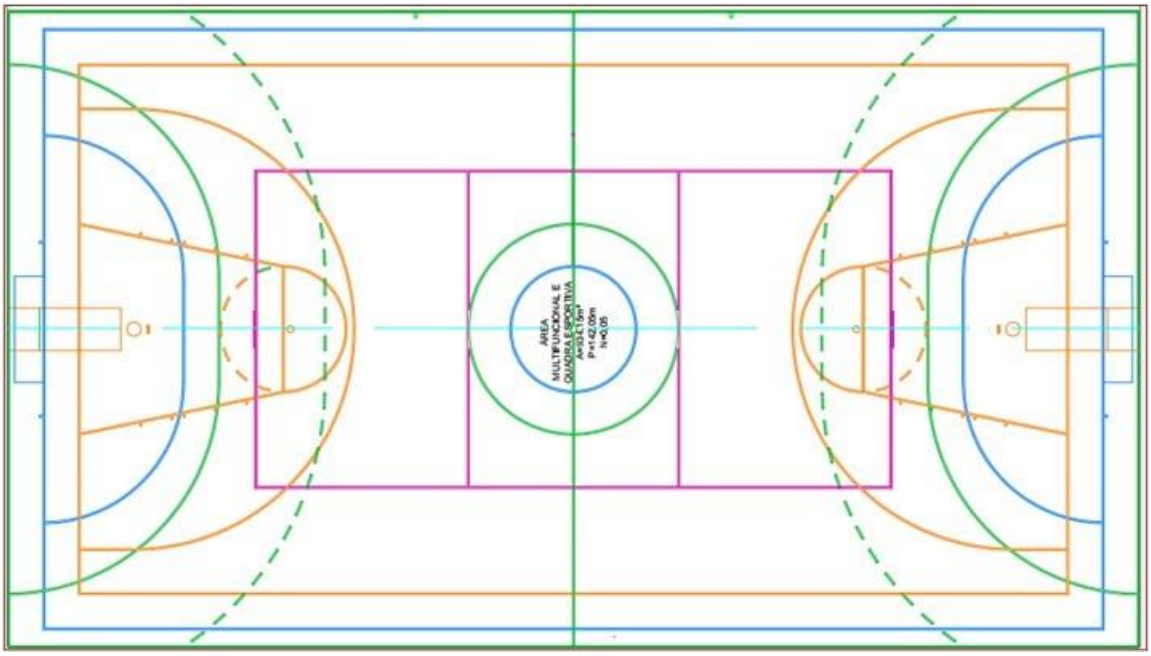
Figura 5 – Planta de Corte AA'



Fonte: Botelho (2021)

Outro serviço significativo, foi a pintura para piso da edificação. Na proposta do projeto estava contemplando a pintura para demarcação de faixas e pintura do palco do centro cultural. A Figura 6 demonstra o projeto de pintura de piso da quadra

Figura 6 – Demarcação de faixas e pintura do piso



Fonte: Botelho (2021)

Conforme na Tabela 2 a seguir, foi considerado pintura com tinta acrílica, apenas para demarcação das faixas da quadra, porém estava previsto também em projeto a pintura de todo o piso do palco do centro cultural.

Tabela 2 – Memória de cálculo pintura de demarcação de quadra

PINTURA DE DEMARCAÇÃO COM TINTA ACRÍLICA		APENAS DEMARCAÇÃO DE FAIXAS
FAIXA VERDE	32 m + 32 m + 18 m + 18 m + 18 m + 0,95 m + 0,98 m + 1,87 m + 4,71 m + 0,62 m + 1,51 m + 1,51 m + 0,62 m + 4,71 m + 1,87 m + 0,98 m + 0,95 m + 0,95 m + 0,98 m + 1,87 m + 4,71 m + 0,62 m + 1,51 m + 1,51 m + 0,63 m + 4,71 m + 1,87 m + 0,98 m + 0,95 m + 19,79 m + 19,79 m + 4,14 m + 4,14 m + 4,14 m + 4,14 m =	216,17m
FAIXA AZUL	30 m + 30 m + 17 m + 17 m + 0,96 m + 4,31 m + 0,85 m + 1,5 m + 1,5 m + 0,85 m + 4,31 m + 0,96 m + 0,96 m + 4,31 m + 0,85 m + 1,5 m + 1,5 m + 0,85 m + 4,31 m + 0,96 m + 2,8 m + 2,8m + 2,8 m + 2,8 m =	135,68m
FAIXA LARANJA	28 m + 28 m + 15 m + 15 m + 1,55 m + 4,69 m + 4,95 m + 4,95 m + 4,69 m + 1,55 m + 5,87 m + 5,87 m + 2,83 m + 2,83 m + 1,75 m + 1,75 m + 5,17 m + 1,55 m + 4,69 m + 4,95 m + 4,95 m + 4,69 m + 1,55 m + 5,87 m + 5,87 m + 2,83 m + 2,83 m + 1,75 m + 1,75 m + 5,17 m =	182,90m
FAIXA MARGENTA	18 m + 18 m + 9 m + 9 m + 9m + 9m =	72,00m
SOMATÓRIA DAS ÁREAS		607,29m

Fonte: Autoria própria, 2022

O considerado de pintura no orçamento foi apenas considerando a pintura de demarcação das faixas da quadra, ficando de fora a pintura do palco.

4.2. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS FINANCEIROS GERADOS NO PROCESSO EXECUTIVO DO EMPREENDIMENTO.

Sabemos que os erros na elaboração de projetos impactam diretamente em seu orçamento. O valor do serviço de demolição de alvenaria na planilha orçamentária aprovada, considerou-se um valor de R$6.914,83 reais, depois da compatibilização com o projeto, o valor passou a ser de R$9.920,34 reais, uma diferença de R$3.005,51 reais no orçamento real, conforme demonstra na Tabela 4.

Tabela 4 – Orçamento demolição de alvenaria

QUANTIDADE	VALOR
121,75m³	R$ 6.914,83
162,33m³	R$ 9.920,34
DIFERENÇA=	R$ 3.005,51

Fonte: Autoria própria, 2022

No item de incompatibilização da cobertura do banheiro, como mostrado na figura 5, foi orçado para cobertura e toda sua estrutura em um valor de R$ 4.723,86 reais. Conforme o projeto foi sendo executado, optou-se por uma mudança tecnicamente mais viável, de alterar a cobertura com a estrutura de madeira e telha de barro, para uma cobertura apenas de laje, já que avaliando a atual situação, era inviável a construção de uma cobertura com essa estrutura.

Com o serviço de pintura incluído no orçamento apenas para demarcação de piso, foi necessário incluir um serviço de pintura em piso para o palco. A tabela 6 mostra o valor que foi acrescido no orçamento.

Tabela 5 – Orçamento de pintura de piso do palco

SERVIÇO	UN	VALOR
PINTURA ACRILICA EM PISO	M2	R$
PINTURA DO PISO	388,05	10.950,77

Fonte: Autoria própria, 2022

Diante de todos os impactos financeiros encontrados ao longo da execução da obra, foi estabelecidos ajustes no projeto e orçamento, para que assim, fosse possível um aditivo de obra, que suprisse as necessidades para a finalização do projeto em total acordo com o planejado.

4.3. PROPOR UM PROCEDIMENTO OPERACIONAL DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PROJETO.

Foi constatado que muitos dos erros cometidos neste estudo de caso, foi pela falta de informações no levantamento do projeto existente. Diante disso, foi elaborado um check-list, com alguns dados que se acredita serem os fundamentais para uma boa elaboração dos projetos, na fase de levantamento; resultando em uma maior qualidade de projeto.

Conforme a Tabela 3 a seguir, foi montado um quadro, onde deve-se especificar a real situação dos materiais existentes, que serão reformados. Seguindo a tabela, podemos descrever se um item precisa ser demolido, removido, realocado, substituído e inserir uma observação técnica de seu material empregado. Com essas informações sendo levantadas in loco, torna a elaboração do projeto e do orçamento, mais preciso.

Tabela 3 – Modelo de levantamento para reforma

ITEM	SITUAÇÃO	DEMOLIR	REMOVER	REALOCAR	SUBSTITUIR
COBERTURA					
MATERIAL					
PISO					
MATERIAL					
LOUÇAS E METAIS					
MATERIAL					
REVESTIMENTO					
MATERIAL					
ALVENARIA					
MATERIAL					
ESQUADRIAS					
MATERIAL					

Fonte: Autoria própria (2022)

Diante do uso destas tabelas, concluiu-se que os projetos elaborados posteriormente, minimizaram os erros e a falta de informações que eram regulares nos projetos. Quando falamos de procedimentos operacionais da qualidade do projeto, atualmente contamos com muitos softwares que compatibilizam os projetos, de forma que estejam de acordo com seus complementares. Porém quando falamos do levantamento em campo, a probabilidade de ser feito um levantamento falho, ainda é muito grande no setor da construção civil; exige do profissional uma visão mais técnica. Seguir um checklist é um dos métodos que visa diminuir a falta de informações no levantamento, para uma boa elaboração dos projetos

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de caso elaborado nesse trabalho, apresentou os fatores que levam ao erro na fase de elaboração de projetos, desde seu levantamento, até a elaboração dos projetos. Sendo assim, a qualidade dos projetos, estão diretamente ligados ao orçamento, planejamento e a execução de determinada obra.

A identificação das não conformidades constantes em projeto, mostrou que uma breve análise dos projetos elaborados, depara-se com não conformidades entre os

diversos projetos, mostrando que sem uma compatibilização, a qualidade da execução fica comprometida.

Avaliação dos impactos financeiros gerados no processo executivo do empreendimento, indicou que a falta de uma boa elaboração do projeto, leva a erros significativos na orçamentação do empreendimento, tais prejuízos, impactam diretamente na execução dos serviços propostos, sendo necessários aditivos, para a conclusão da obra.

Em vista disso, é necessário, propor um procedimento operacional de avalição da qualidade do projeto, a fim de minimizar os erros cometidos na elaboração de projetos

Assim espera-se com os resultados apresentados, o aumento na produtividade, racionalização dos custos e melhoria do desempenho técnico do projeto. Com isso foi possível demonstrar que a falta de comunicação, levantamento falho e falta de informações, são alguns fatores comuns que ocasionam a incompatibilização dos projetos, tornando-se inexequíveis do ponto de vista construtivo, tais erros podendo ser evitados com métodos que possibilitem uma boa elaboração.

Em vista dos resultados encontrados deste estudo de caso, propõe aos profissionais, avaliação da qualidade e técnicas para redução de erros na elaboração de projetos, o que ajudará em obras futuras; tais métodos podendo ser evoluídos em campo, visando usar as devidas ferramentas, para minimizar futuros erros na execução de uma obra, trazendo bons resultados para o setor da Construção Civil.

REFERÊNCIAS

[1] ALGAYER, Thiago et al. Compatibilização de projetos na construção civil: um estudo do panorama atual e das interferências entre os principais tipos de projetos. 2014.

[2] BRANCO, Luiz Antônio Melgaço Nunes; DE ABREU FILHO, Júlio Valter. COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: ANÁLISE DE ALGUMAS FALHAS EM UMA EDIFICAÇÃO PÚBLICA.

[3] CAETANO, Alisson; DA SILVA, Dione Luiza; MELHADO, Silvio Burrattino. O processo de compatibilização na gestão de projetos–Estudo de caso. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v. 5, n. 3, p. 40-46, 2020.

[4] CARVALHO, Michele Tereza Marques; PAULA, Jean Marlo Pepino de; GONÇALVES, Pedro Henrique. Gerenciamento de obras públicas. 2017

[5] CIERCO, Agliberto Alves. Gestão de projetos. Editora FGV, 2015.

[6] COSTA, José Martins C. da; SERRA, S. M. B. Comparação de processos de levantamento de quantitativos: tradicional e BIM. XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC 2014), Maceió, 2014.

[7] DE OLIVEIRA, Marcos Araujo Braz. A gerenciamento das obras civis do PROSUB. Revista Obras Civis v. 3, n. 1, p. 10-13, 2011

[8] DE SOUZA, Jéssica Aparecida; JANUARIO, Otoniel Alves; DA SILVA, Otavio Henrique. Elaboração de Instrumento de Avaliação do Desempenho do Gerenciamento de Obras. Revista Técnico-Científica, n. 26, 2021

[9] DO NASCIMENTO, Rafael Lucas. Compatibilização de projetos de edificações. 2015. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

[10] DOS SANTOS, Rúbia Bernadete Pereira. Planejamento e Gerenciamento de Obras.

[11] GIACOMELLI, Wiliana. Compatibilização de Projetos-Estudo de Caso. Revista Especialize On-line IPOG. Goiânia, v. 1, n. 9, p. 1-16, 2014.

[12] ISOPPO, João Octávio Justo, BERNARDINO, Leonel Brignoli Eros de projeto na execução de obras. Estudo de caso em uma escola de educação básica no município de Sombrio - SC. Engenharia Civil Tubarão, 2017.

[13] KEELING, Ralph; BRANCO, Renato Henrique Ferreira. Gestão de projetos. Saraiva Educação SA. 2017.

[14] LORENZI, L. S.; LORENZI, A.; SILVA FILHO, L. C. P. A COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS COMO ESTRATÉGIA PARA MINIMIZAÇÃO DE ERROS DE CONSTRUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO.

[15] MATTOS, Aldo Dórea. Planejamento e controle de obras. Oficina de Textos, 2019.

[16] MAYR, Luiz Roberto et al. Falhas de projeto e erros de execução: uma questão de comunicação. 2000.

[17] NASCIMENTO, José Marcos do. A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil. Revista Especialize On-line IPOG, v. 1, n. 7, p. 1-11, 2014

[18] NUNES, Amanda Aparecida et al. ANÁLISE DA INCOMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM OBRA PÚBLICA. REINPEC-Revista Interdisciplinar Pensamento Científico, v. 4, n. 2, 2019.

[19] OLIVEIRA, Otávio J.; MELHADO, Silvio Burrattino. Como administrar empresas de projeto de arquitetura e engenharia civil. São Paulo: Pini, 2006.

[20] SILVA, AFPS; SABA, Rafael Vieira; BORGES, Rodrigo Isaac. Análise das principais solicitações de alteração de orçamento de edificações residenciais. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil. Goiânia, realizado pela Universidade Federal de Goiás. 70f. Goiânia, 2011.

[21] SOUZA, Flávia Rodrigues de. A gestão do processo de projeto em empresas incorporadoras e construtoras. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

[22] SOUZA, FRANCIANY HENRIQUE RIBEIRO DE; TRANIN, STELLA; MARCIA, SOUZA. COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS. 2014.

Capítulo 10

Concreto com fibra de vidro

Washington Duarte Ferreira

Resumo: Esse trabalho vem através de revisão bibliográfica explanar acerca do tema concreto com fibra de vidro, com intuito de aprimorar o conhecimento na adição dessa fibra que vem sendo amplamente estudada por meio de experimentos laboratoriais e ensaios, o que permite observar o seu comportamento dentro do concreto convencional. Detalhando as problemáticas inerentes aos altos níveis de degradação química, térmica e mecânica em função de fatores ambientais e alcalinidade presente nas estruturas, fatores que corroboram com a redução da vida útil desses materiais. Por essa razão o objetivo geral desse artigo é avaliar soluções para combater a reatividade alcalisilica em concreto com fibra de vidro, por meio de revisão bibliográfica sistemática. Para isso será necessário estar levantando soluções para mitigar a reatividade da fibra por meio de revisão sistemática, avaliando os efeitos dessas soluções no desempenho mecânico e as soluções mais eficazes para mitigar a reatividade. A partir dessas análises identificar as propriedades do concreto para o uso dessa fibra, demonstrar por meio de metaanalise e apresentando a eficácia das reatividades por meio de análise de dados. Com base nos resultados apresentar a necessidade de melhoria na composição do cimento e do concreto.

Palavras-chave: Fibra de vidro. Alcalinidade. Degradação química. Propriedades do concreto.

1. INTRODUÇÃO

O concreto se faz presente na construção civil desde o século XIX, sua aplicação com larga abrangência se deu por conta da necessidade se obter vãos maiores a expressiva possibilidade de modelagem e as compatibilidades químicas e físicas que existem entre a armadura de aço e o concreto durante as variações térmicas. Contudo o concreto apresenta algumas patologias decorrentes do ataque de cloretos e a carbonatação sendo consideradas como um dos agentes causadores da degradação nas estruturas. Após isso a estrutura passa a sofrer fissuras que se não tratadas podem evoluir para uma fragmentação. O que por sinal demanda o emprego de recurso técnico e financeiro na resolução do problema.

Em combate a essa problemática no concreto como forma de reforçar a estrutura temos a aplicação de materiais compósitos. Os materiais compósitos possuem propriedades que podem resolver uma série de problemas dentro da área de redução de patologias do concreto (BEBER, 1999). Segundo Mehta e Monteiro (2008), quando há junção de dois materiais obtém-se um melhor resultado para determinado objetivo, devido cada um está contribuindo com suas características.

Quando a fibra é adicionada ao concreto é gerado uma matriz que protege a fibra que é o próprio concreto, está junção passa a ser chamada de compósitos. Concreto com fibras é um tipo de compósito, quando um material é de forma fibrosa, ele contém excelente resistência à tração, é utilizado atualmente na engenharia agregando a fibra em uma matriz de concreto, que envolve e protege a fibra e se deforma quando submetido a uma força, na qual a mesma distribui a tensão, impedindo que ocorra a distribuição de falhas (SCHWARTZ,1984). A eficácia da fibra, é explicada como uma ligação de transferência de tensão na fissura do concreto, é de grande importância saber as características da mesma (FIGUEIREDO,2011). As fibras utilizadas na fabricação de compósitos necessariamente devem apresentar as seguintes características: elevado módulo de elasticidade e resistência, e pouca variação da resistência entre as fibras individuais, estabilidade e capacidade de manter suas propriedades ao longo do processo de fabricação e manuseio, uniformidade de seus diâmetros e superfícies (HOLLAWAY, 1993).

Para garantir a utilização desse tipo de matriz é necessário avaliar as soluções para combater a reatividade alcalisilica das fibras de vidro, por meio de revisão bibliográfica sistemática. Este trabalho visa agregar conhecimentos que possam potencializar a viabilidade técnica da aplicação da fibra de fibra de vidro como elemento reforço de tração em estruturas de concreto, uma vez que, o uso de fibras sintéticas em matrizes cimentícias é amplamente utilizado na recuperação estrutural de elementos de concreto em obras de estruturas industriais e rodovias.

A construção civil tem exercido um papel importantíssimo no desenvolvimento do país como um todo, por atuar de forma diversificada em diversas frentes e modalidades. com isso se faz necessário que haja um constante fluxo de evolução de pesquisas, sejam elas voltadas para o surgimento de novos sistemas construtivos, ou adaptação de novos materiais. A aplicação de fibra de vidro é bastante difundida no meio construtivo e seu uso potencializa a comercialização dos materiais e dá vazão a mercados que são pouco explorados, os processos de fabricação também avançam com a utilização de softwares que otimizam os testes dando rapidez aos resultados laboratoriais, Devido a isto, as simulações computacionais tem ganhado cada vez mais força como uma alternativa aos

estudos experimentais. Neste artigo serão abordados três tópicos específicos diretamente correlacionados a pesquisa realizada; Concreto, Degradação do concreto e Fibra de vidro.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este tópico será composto por uma abordagem dos conceitos relacionados a base desta pesquisa, apresentando o concreto suas características e seus componentes em relação a utilização, essas informações são de grande importância para o entendimento do estudo a seguir.

2.1. CONCRETO

O concreto é o um dos materiais construtivos com o maior consumo no mundo, e tem seu uso em grande maioria na construção civil, por ter dentre as suas características principais a alta resistência a compressão, porém, resiste à tração (cerca de 1/10 da resistência à compressão) (BOTELHO; MARCHETTI, 2018, p. 27). Essa baixa resistência se dá pela ineficácia da interrupção de propagação das fissuras quando o mesmo é submetido, que ocorre no momento em que a direção de propagação das fissuras é transversal à direção principal de tensão, com isso a área de suporte disponível para a carga é reduzida, causando aumento das tensões presentes nas extremidades das fissuras. Essa perda da resistência é bem maior quando o esforço é de tração do que em compressão. Por isso são causadas as rupturas na tração conforme (MEHTA; MONTEIRO, 2008). Como a superfície total de ruptura menor, o gasto energético associado à ruptura por tração no concreto é também reduzido, caracterizando o comportamento mais frágil. Por isso a atividade de transferência de tensão realizada pela fibra pode realizar através das fissuras no concreto é um mecanismo muito interessante de aumento da energia associada à ruptura e à restrição à propagação de fissuras. Por apresentar essa baixa resistência a tração se faz necessário a aplicação de materiais que possam mitigar esta deficiência, dessa forma desenvolveu-se estudos com o intuito de criar mecanismos de neutralizem essas adversidades. Resumidamente afirma-se que o concreto é uma pedra artificial moldável de acordo com a necessidade do homem, um material que depois de endurecido tem bastante resistência, flexibilidade quanto a sua modelagem adaptando-se a variadas formas e tamanhos, a plasticidade do concreto permite que se crie inusitadas formas. De acordo com a NBR 12655 (ABNT, 2015) há a dosagem experimental que é feita por um processo de normas que determina a quantidade exata de cada material, e a dosagem empírica que constitui na reprodução traços prontos. Quanto a fabricação do concreto a mesma se dá de duas maneiras: manual que é geralmente sugerido em obras pequenas, e mecânica que é utilizando a betoneira.

2.1.2. CIMENTO PORTLAND

É um composto obtido através do processo de queima de rochas calcária e argila, que então são moídas, até sua fusão incipiente, gerando em seguida outro material chamado clínquer, com natureza granulosa e responsável pela união dos componentes da argamassa e dos concretos. Quando misturado à água sofre reações químicas e endurece desenvolvendo elevada resistência mecânica ao longo do tempo, atingindo o ápice aos 28 dias. (PEDROSO, 2009; BAUER, 2012; RIBEIRO et al. 2011; CAMPOS et al. 2011). A

fabricação do cimento é através de seis fases principais: extração da matéria-prima, britagem, moedura e mistura, queima, moedura do clínquer, expedição (BAUER, 2012).

De acordo com Pedroso (2009), o cimento tem especificações dada por normas que determinam fabricação padronizada em todo mundo, e há uma diversidade de opções. Porém, aqui citaremos os mais comuns normalizados pela ABNT:

- Cimento Portland comum;
- Cimento Portland composto;
- Cimento Portland de alto forno;
- Cimento Portland pozolânico;
- Cimento Portland de alta resistência inicial;

Já em menor escala são consumidos os seguintes tipos de cimento:

- Cimento Portland resistente aos sulfatos;
- Cimento Portland de alta resistência inicial resistente aos sulfatos;

Cimentos não convencionais:

- Cimento Portland branco;
- Cimento Portland de baixo calor de hidratação;
- Cimento Portland para poços petrolíferos;

Cimento Portland de alta resistência inicial resistente a sulfatos com sílica ativada.

Por fim, compondo a argamassa de concreto existem os agregados miúdo (areia) e graúdo (britas), são compostos adicionados ao cimento juntamente com a água que deve ser limpa e potável sem óleos e graxas.

2.2. FIBRA DE VIDRO

Existem no mercado diversos tipos de fibras de vidro. As fibras mostradas a seguir podem ser divididas em dois grupos segundo Hollaway & Leeming (1999), as do tipo E, A, C e E-CR e as fibras do tipo R, S e AR. Entretanto, as dos tipos R e S que são caracterizadas pela sua alta resistência são utilizadas apenas na indústria aeroespacial por seu alto custo de fabricação. A seguir na tabela 1 e 2 observa-se os detalhamentos das principais aplicação e as propriedades das fibras.

Tabela 1. Tipos de fibra de vidro e suas principais aplicações

Tipos de fibra	Principal aplicação
E	Aplicações usuais, baixo conteúdo de álcalis (<1%)
A	Elevado conteúdo de álcalis (10-15%)
C	Excelente resistência a corrosão, utilizada para acabamento de superfícies
E-CR	Livre de boro, boa resistência a corrosão por ácidos
R, S	Excelentes propriedades mecânicas, utilizadas para aplicações de alto desempenho
AR	Álcali resistente, empregada em concretos reforçados com fibras

Fonte: (BEBER, 2003)

Tabela 2 observa-se as propriedades das fibras de vidro tipo E, S e AR.

Tipo de fibra	Densidade	Resistência à tração	Módulo de Young	Deformação última	Coeficiente de expansão térmica	Coeficiente de Poisson
	Kg/m³	MPa	GPa	%	10º/ºC	
Vidro-E	2500	3450	72,4	2,4	5	0,22
Vidro-S	2500	4580	85,5	3,3	2,9	0,22
Vidro álcali resistente	2270	1800-3500	70-76	2,0-3,0	-	-

Fonte: (BEBER, 2003)

O produto final da fibra de vidro é obtido por meio da aglomeração de finíssimos filamentos flexíveis de vidro, seu material é feito quando finos feixes de sílica são extrusados a partir de um fundido, sendo a sílica, a base da formulação da fibra de vidro. A fibra de vidro destaca-se devido sua alta resistência à tração e grande inércia química (ORNAGHI JUNIOR, 2009). Segundo FIORELI (2002) o material também apresenta alta resistência ao impacto e à corrosão, além de apresentar um baixo custo e por poder ser fabricada no Brasil. Suas principais vantagens são: na fase de endurecimento reduz significativamente as fissuras e contribui para o concreto ajudando a combater os esforços de tração; menor segregação; menor espessura do piso consequentemente menor consumo de concreto; e além disso maior coesão; aumenta a resistência a tração e ao impacto, com isso acaba por fornecer mais ductilidade (FIGUEIREDO, 2011). O comprimento das fibras é muito maior que a dimensão da sua seção transversal (ACI COMMITTEE 544, 1996). Como desvantagem tem-se a falta de normas estabelecidas. Não há uma padronização da aplicabilidade da fibra, gerando inúmeros resultados. Falta de pesquisas aprofundadas, métodos científicos que defina a quantidade correta de fibra para cada caso em estudo. O valor para cada m^3 de concreto é estipulado sem embasamento comprovado cientificamente, a dosagem fica a desejar, sem se preocupar com otimização (FIGUEIREDO, 2011).

2.2.2. APLICAÇÃO

Segundo Lameiras (2007), a aplicação de fibras é ampla, e em muitos casos já não se usa o concreto sem a mesma. É utilizada para produção dos pavimentos para aeroportos, revestimento de túneis, tubulões, telhas de concreto, dentre outras. A fibra levou uma integração do concreto no mercado competindo com outras tecnologias, e também inovando mercados de materiais cimentícios, como os de elementos decorativos e das peças para reprodução e ornamentos arquitetônicos.

Aplica-se também para reforços plásticos e abrasivos, filtragem de materiais de baixo ponto de fusão, isolação elétrica. Devido à grande facilidade e custo benefício constroem peças com rapidez e eficiência. A melhor utilização de fibras para reforços estruturais é a do tipo E, essas recebem um recobrimento denominado encimagem, feito com agentes de acoplamento compatíveis com as resinas de poliéster, éster-vinílica e

epóxi. O vidro tipo E é um alumínio-boro-silicato com baixo teor de álcali, sua composição química básica encontra-se na Tabela 3 (PINTO, 2002).

Tabela 3. Tipos de fibra de vidro e suas principais aplicações

Principais Componentes	Composição (% em peso)
SiO2	52-56
AI2O3	12-16
CaçO	16-25
B2O3	8-13

Fonte: (PINTO, 2002)

2.3. COMPORTAMENTO DA FIBRA DE VIDRO NO CONCRETO

Na interação fibra e matriz de cimento é de suma importância que haja interação química e física para que possa ter união entre as partes, essa ligação deve ser observada porque a resistência está diretamente relacionada com esse processo ao passo que uma boa aderência aumenta a transmissão de tensões que por consequente eleva a resistência do compósito.

A fibra funciona como uma ligação do concreto, porque quando há surgimento de uma fissura ela faz a restrição a propagação naquele local, gerando uma grande concentração de tensões na borda da fissura. E então a fibra fará a ligação distribuindo as tensões. Quando se acopla fibras ao concreto o mesmo deixa de ter um comportamento frágil, porque a fibra gera um mecanismo de resistência para a matriz e reduz concentração de tensões, ocasionando um comportamento dúctil e vai apresentar resistência após a fissuração. Porém, para que isso ocorra é necessário inserir o teor certo e fibra, com características específicas segundo (FIGUEIREDO, 2011).

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

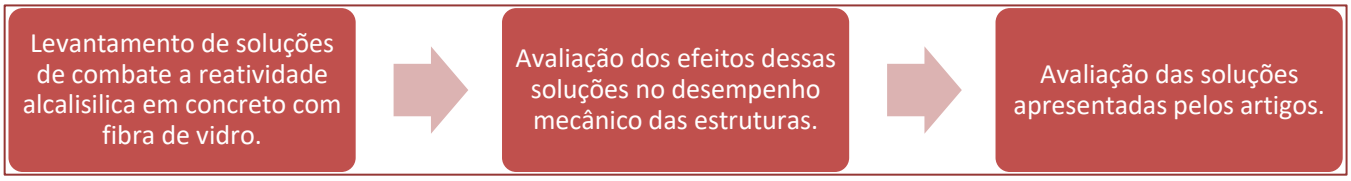
Para atingir o objetivo deste estudo o intuito desta pesquisa foi propor através de revisão bibliográfica sistemática em artigos, dissertações, trabalhos de conclusão de curso e pesquisas científicas sobre o tema em questão, soluções técnicas com resultados que permitam melhor trabalhabilidade no uso da fibra de vidro com maior eficiência, em razão da notória alcalinidade presente no concreto. Portanto se fez necessária a verificação de quais mecanismos de combate poderiam ser atribuídos a este compósito para que o mesmo pudesse atuar na amenização desses intemperes.

Foram realizadas pesquisas com base de dados do Google acadêmico por artigos científicos que abordem tema concreto com fibra de vidro. O corte temporal foi compreendido entre anos de 2002 e 2022. Os termos de buscas serão “fibra de vidro”, “concreto com fibras” e “propriedades do concreto’’. O critério de inclusão dos artigos será

a abordagem do uso de fibra de vidro em concreto. O critério de exclusão foi a abordagem do uso da fibra de vidro que não seja em concreto.

As etapas necessárias para alcançar o objetivo geral são:

Figura 2. Fluxograma das etapas da pesquisa ou estudo ou processo de...



Fonte: Autoria própria (2022)

Para composição deste trabalho foram consultados e analisados inúmeros estudos e após aplicação do critério de exclusão e corte temporal apenas 06 publicações foram utilizadas como base do mesmo. Na primeira etapa foram selecionados os artigos que possuíam dados correlacionados a composição e características dos materiais estudados, afim de reunir material consistente que de fato apresentassem soluções de combate a reatividade alcalisilica das fibras dentro dos critérios já estabelecidos. Na segunda etapa foram identificados os estudos que atendiam as premissas técnicas e também possuíam informações específicas pontuando os efeitos do uso de concreto com fibra de vidro enfatizando o desempenho mecânico que esses compósitos atingiram após a adição. Em continuidade na etapa final foram apresentadas as soluções selecionadas em coerência com a proposta do estudo demonstrando a aplicabilidade desse material.

3.1. LEVANTAMENTO DE SOLUÇÕES DE COMBATE A REATIVIDADE ALCALISILICA EM CONCRETO COM FIBRA DE VIDRO.

Essa etapa consiste em uma revisão bibliográfica sistemática, baseada em artigos citados abaixo na Tabela 4, dentre todos os trabalhos analisados com base na relevância e critérios de exclusão esses estudos supracitados apresentaram soluções favoráveis para a mitigação da reatividade da fibra de vidro em ambiente alcalino. Por meio de ensaios de análises mecânicas e testes laboratoriais.

Tabela 4. Artigos destacados para realização do estudo

Titulo	Autor	Ano	Localidade
Análise das propriedades mecânicas do concreto revestido com manta de fibra de vidro	Ermeson Cordeiro	2018	Rio Grande do Norte
Avaliação experimental de vigas mistas de MLC-Concreto reforçadas com fibras de vidro	Miotto, J. L., and A. A. Dias	2016	Belo Horizonte
Concreto reforçado com fibras	Antonio Domingues de Figueiredo	2011	São Paulo
Estudo do concreto reforçado com fibras de vidro	Rita De Cássia Da Costa Silva, Sara Grasiele Pereira Cardoso	2018	Goiânia
Comportamento das fibras de vidro convencionais em matriz de cimento Portland modificada com látex e adição de sílica ativa	Antônio de Paulo Peruzzi	2002	São Paulo
Concreto com fibras	Antonio Domingues de Figueiredo	2005	São Paulo
Pavimento intertravado de concreto reforçado com fibras de vidro	Viviane Visnardi	2015	São Paulo

Fonte: Autoria própria (2022)

Seguindo o roteiro das abordagens encontradas nas pesquisas supracitadas, podemos pontuar análises que contribuem com a temática deste trabalho. Dentre elas estão as soluções mais eficazes no combate a reatividade alcalisilica da fibra de vidro no concreto. Nessa fase foram selecionados os estudos relacionados a compatibilidade do uso de fibras de vidro convencionais em compósitos de cimento modificados com látex Estireno-Butadieno e a adição de sílica ativa, por meio de comparação dos valores de resistência a compressão axial, tração na compressão diametral, flexão e tração simples na fibra. Outro estudo refere-se à eficiência da proteção superficial da fibra de vidro contínua (roving) com látex SB e látex SB+S.A em relação ao meio alcalino do cimento.

Para contornar a degradação das fibras de vidro foram apresentados dois caminhos segundo estudos, PURNELL et al. (2000):

- Melhoria da resistência das fibras, com a utilização de fibra de vidro do tipo AR ou do preparo da superfície.
- Modificação das matrizes de cimento.

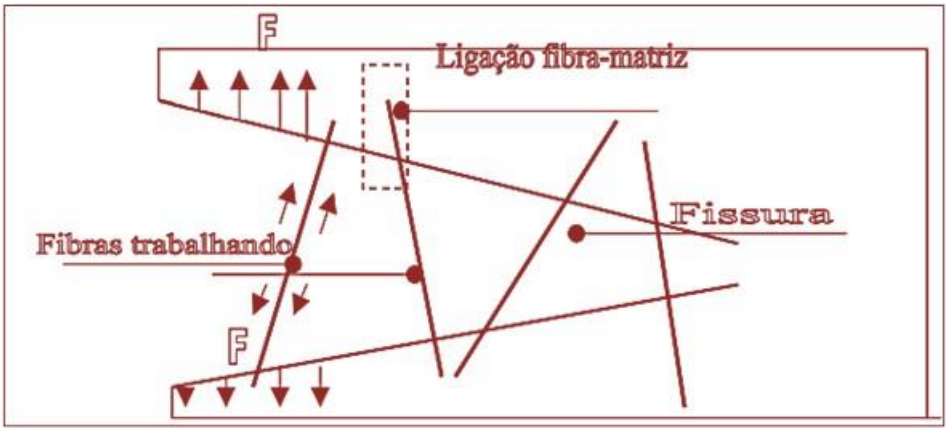
As fibras de vidro álcali resistente (AR) são utilizadas para auxiliar a diminuição do ataque do pH elevado, contudo, não resolvem totalmente a problemática. Por essa razão se faz necessário o aprofundamento.

3.2. AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DESSAS SOLUÇÕES NO DESEMPENHO MECÂNICO DAS ESTRUTURAS.

Nesta etapa da pesquisa avaliou-se os efeitos que foram mais relevantes pertinentes as soluções destacadas para a pesquisa, em um desses trabalhos observou-se que o reforço de argamassas e concretos de cimento Portland é uma maneira bastante eficiente de reduzir a fragilidade na ruptura desses materiais, aumentar a durabilidade e conferir propriedades mecânicas não encontradas nas argamassas convencionais no que diz respeito a capacidade de deformação e absorção de energia conforme já mencionado no tópico 2.3 desta pesquisa. No caso de concretos e argamassas reforçados com fibra de vidro, as fibras atuam como obstáculo para a coalescência de microfissuras,

concentrando-as em torno de si e atuando em uma espécie de grampeamento de microfissuras conforme mostra a Figura 1 a seguir.

Figura 1. Interação Fibra x Matriz

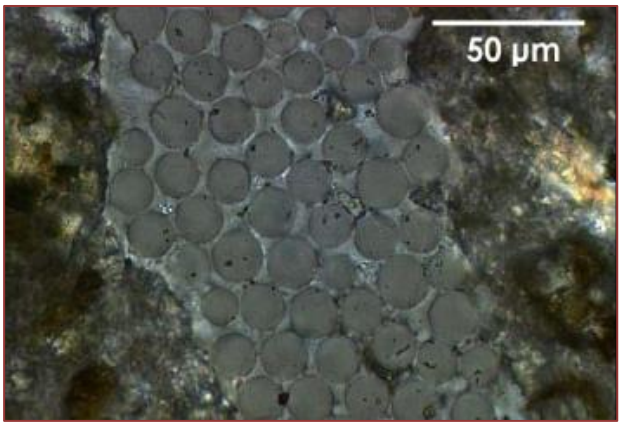


Fonte: (EKANE, 2000)

Também foram abordadas análises provenientes de pesquisas relacionadas a resistência das fibras, com a utilização de fibra de vidro do tipo AR ou do preparo da superfície. Essa resistência foi adquirida por meio da presença de 16% de óxido de zircônio (ZrO2) na composição do vidro (TEZUCA, 1989; PARDELA e AGUILA, 1998), obtendo uma fibra com resistência considerável ao ataque dos álcalis.

Segundo resultados avaliados em artigos estudados, foram constatadas que o processo de corrosão da fibra de vidro tipo AR pelo ataque químico do meio alcalino do cimento é mínima, ou desprezível, e sua perda de tenacidade e a densificação provem da matriz na interface fibra- matriz Na Figura 2 observa-se a microestrutura da fibra de vidro AR, após processo de hidratação convencional para a matriz de cimento comum, sem adições. Onde pode-se notar a ausência de pontos de corrosão da fibra.

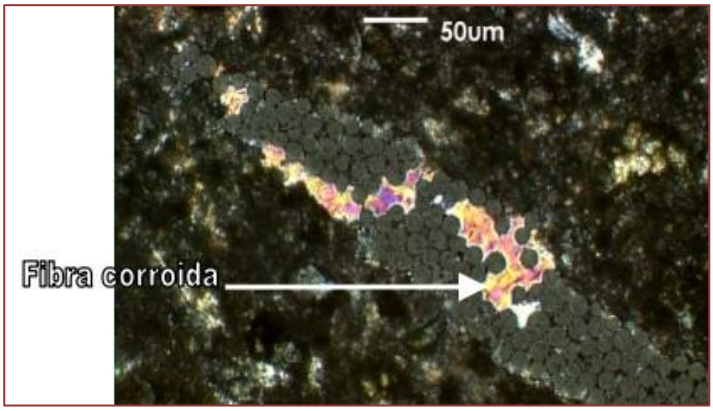
Figura 2. Fibra de vidro AR em matriz de cimento comum sem adições após 56 dias de processo de hidratação convencional.



Fonte: PURNELL (2001)

Figura 3, apresenta a microestrutura da fibra de vidro AR, após processo de hidratação acelerado (56 dias a 65ºC, para matriz de cimento comum, sem adições, e observa-se que em alguns pontos já ocorre presença de corrosão da fibra.

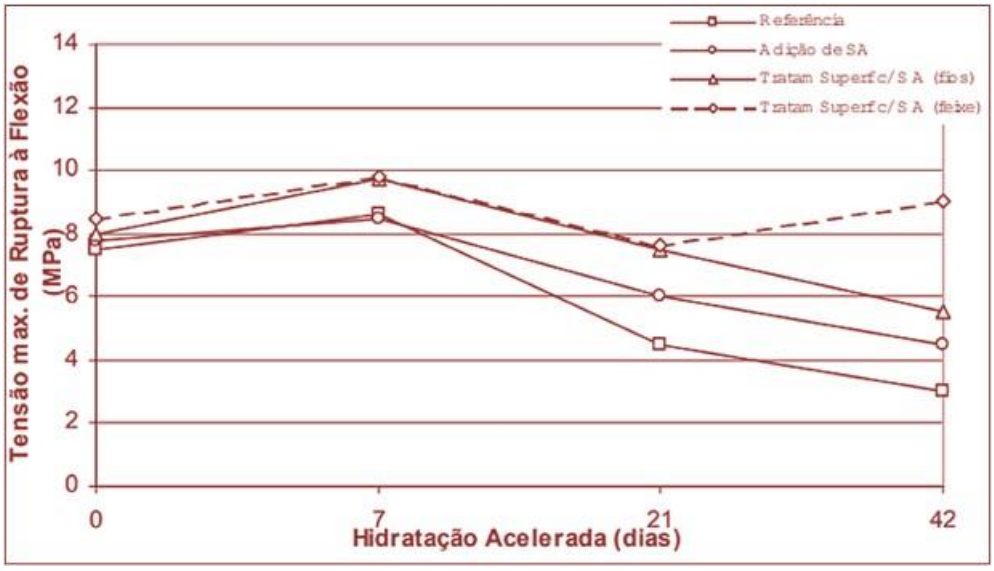
Figura 3. Fibra de vidro AR em matriz de cimento comum sem adições após 56 dias a 65ºC.



Fonte: PURNELL (2001)

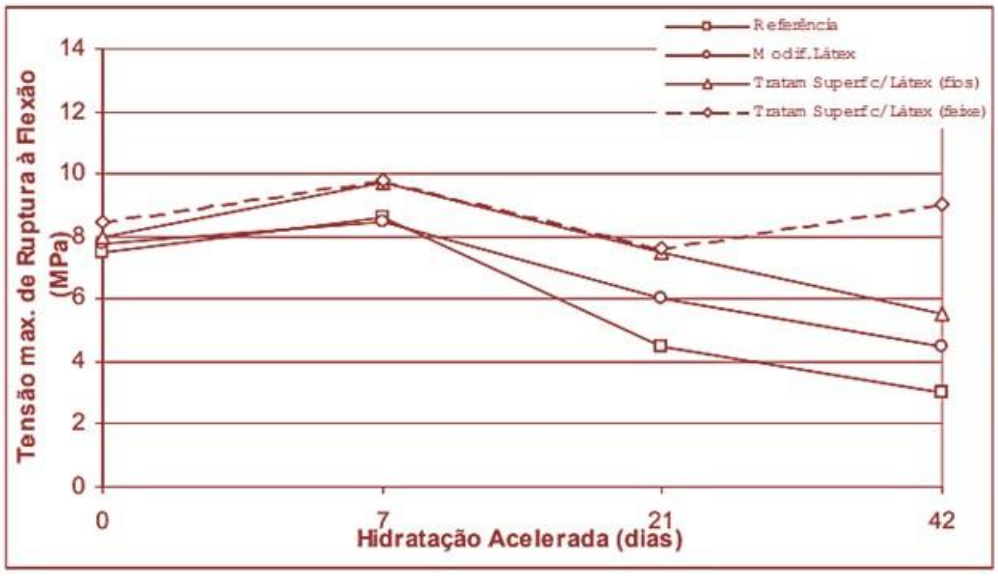
O reparo da superfície da fibra para resistir ao ataque de alcalino é outra maneira de atenuar melhorias na fibra de vidro, segundo BARTOS & ZHU (19960, utilizando o látex acrílico e a sílica ativada na modificação e adição em matrizes de cimento, assim como no preparo das superfícies das fibras de vidro AR. Observa-se que os resultados são melhores no preparo da superfície, quando comparados à modificação da matriz de cimento conforme mostra a figura 4 e 5 a seguir.

Figura 4. Efeito da adição de sílica ativada na argamassa e tratamento da superfície da fibra com sílica ativa.



Fonte: BASTOS & ZHU (1996)

Figura 5. Efeito da modificação da argamassa com látex acrílico e tratamento superficial da fibra com látex acrílico.



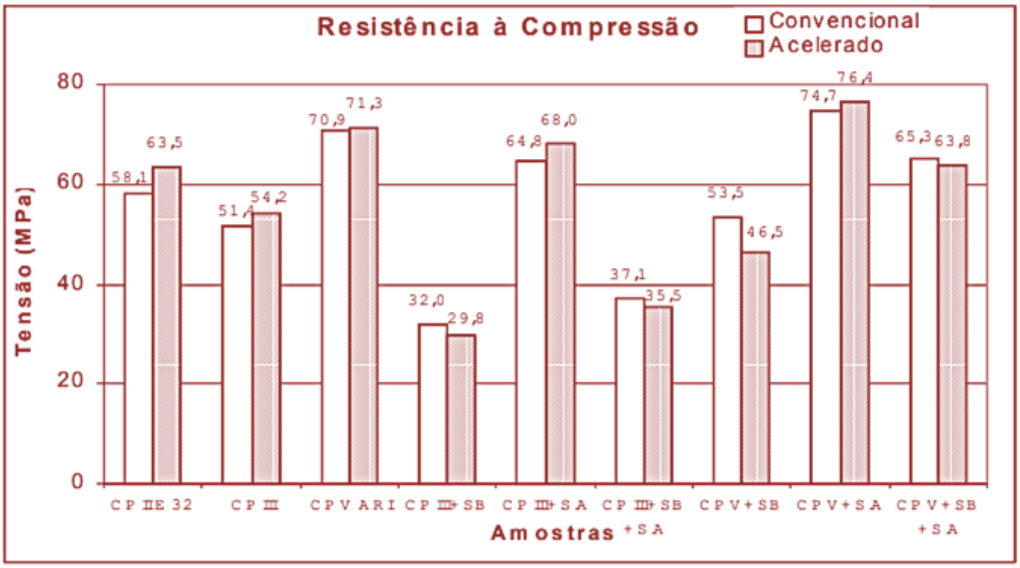
Fonte: BASTOS & ZHU (1996)

No processo de modificação das matrizes de cimento segundo os estudos analisados foram mencionados que a adição de qualquer tipo de fibra na argamassa de concreto convencional reduz a sua trabalhabilidade, ocasionada proporcionalmente pelo nível de concentração volumétrica da fibra. Essa inserção de aditivos deve ser administrada por meio de uma correta preparação da argamassa de concreto. Uma maneira de contornar os ataques do meio alcalino nas fibras de vidro seria o uso de cimentos que produzem pouco hidróxido de cálcio.

Segundo experimento realizado na pesquisa de (PERUZZI, 2002) observou-se que foram analisados experimentos que usavam três tipos de cimento (CP II E, CP V ARI e CPIII). No caso o CP III em razão do mesmo ter em sua característica uma menor produção de Portlandita na sua hidratação, e porque tem em sua composição um valor aproximado de 50% de clínquer, que produz Ca $(OH)^2$. O CP V ARI por possuir uma capacidade maior de produção de Ca (OH)2, por ser composto em praticamente sua totalidade por clínquer moído. Em razão dessas necessidades para melhor desempenho das fibras de vidro em compósitos de cimento, com o objetivo de baixar o pH da solução dos poros e reduzir ou eliminar a formação de Ca $(OH)^2$ durante a hidratação do mesmo. Observou-se um crescente desenvolvimento de novas matrizes de cimento, adicionando escória de alto forno moída, sílica ativada cinza volante, metacaulinita ou sulfoaluminato de cálcio. Segundo PURNELL et al (2000). A seguir resultados de ensaios à compressão axial.

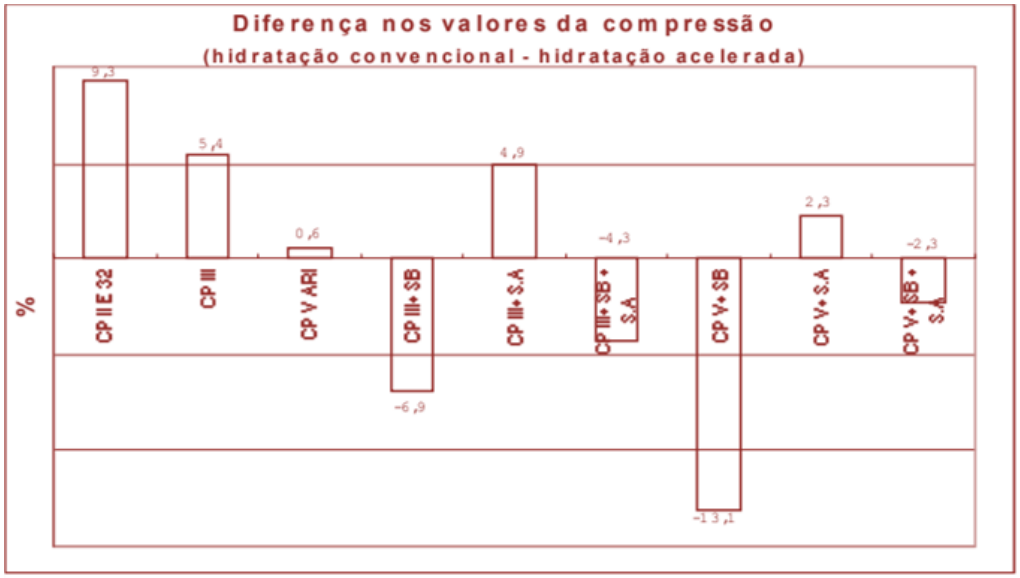
Ensaios à compressão axial foram executados conforme a norma NBR 7215/1982, e os resultados são apresentados na Figura 6 e a diferença de percentual entre os valores de hidratação convencional e acelerado na Figura 7. A seguir resultados de ensaios à tração na compressão diametral.

Figura 6. Efeito da modificação da argamassa com látex acrílico e tratamento superficial da fibra com látex acrílico.



Fonte: LITHERLAND et al. (1981)

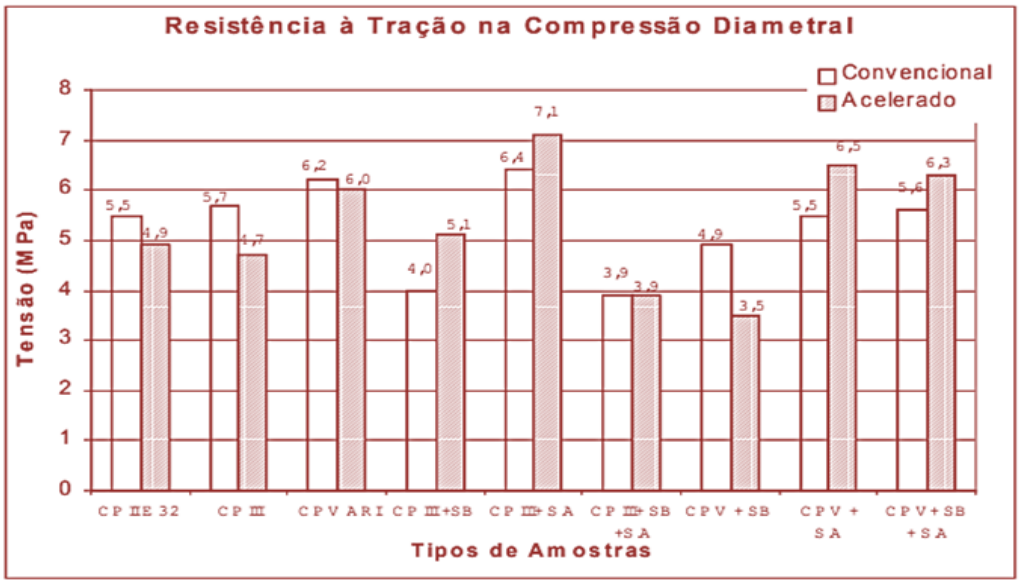
Figura 7. Resistência a compressão axial das amostras de compósito padrão, modificadas e com adição de sílica ativa



Fonte: LITHERLAND et al. (1981)

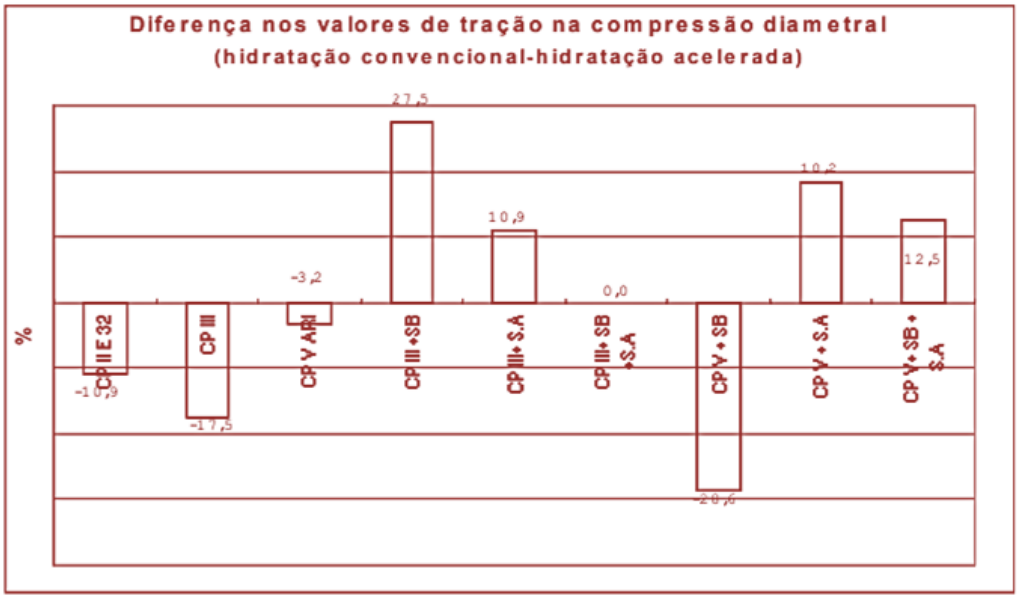
Ensaios à tração na compressão diametral foram realizados conforme NBR 7215/1982, e os resultados estão representados nas figuras 8, representa a diferença de percentual entre os valores obtidos no processo de hidratação convencional e acelerado na figura 9. A seguir os resultados dos ensaios à tração simples.

Figura 8. Resistência a compressão axial das amostras de compósito padrão, modificadas e com adição de sílica ativa



Fonte: LITHERLAND et al. (1981)

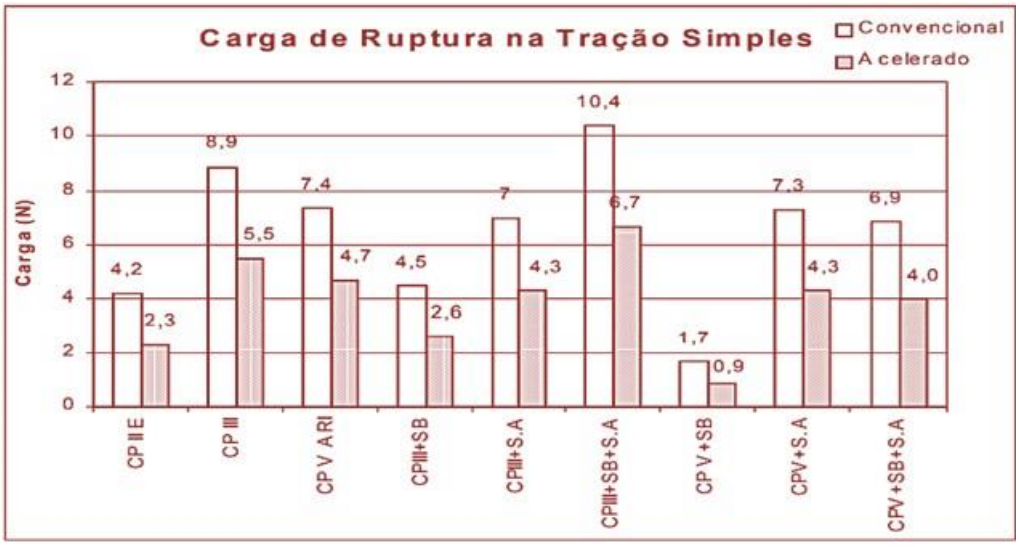
Imagem 9. Resistência a compressão axial das amostras de compósito padrão, modificadas e com adição de sílica ativa



Fonte: LITHERLAND et al. (1981)

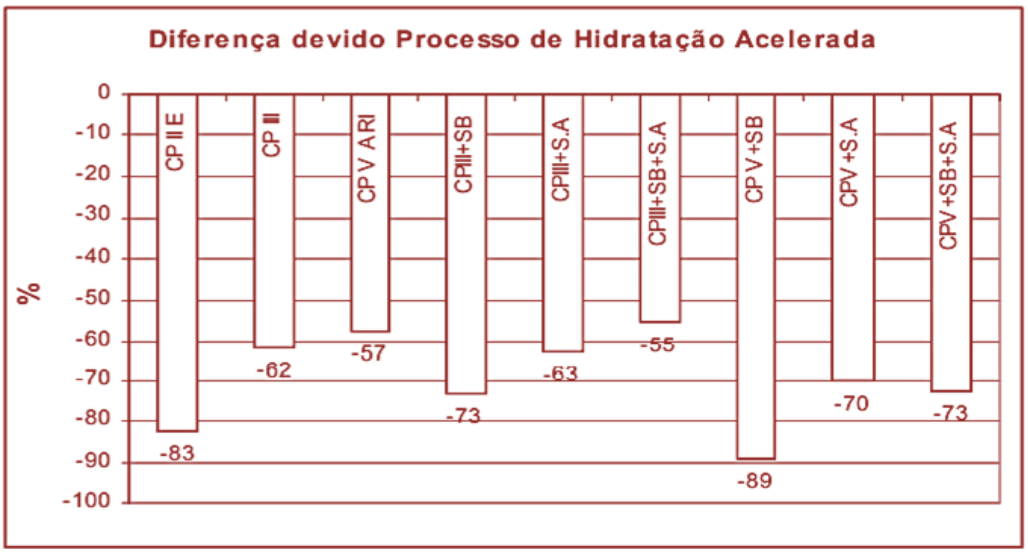
A seguir ensaios de tração simples demonstrados segundo procedimentos propostos por LITHERLAND et al. (1981) os resultados estão na figura 10 e 11.

Figura 10. Carga de ruptura à tração simples dos SIC´s de argamassa padrão, modificada com látex e com adição de sílica ativada para processo de hidratação convencional e aceleração



Fonte: LITHERLAND et al. (1981)

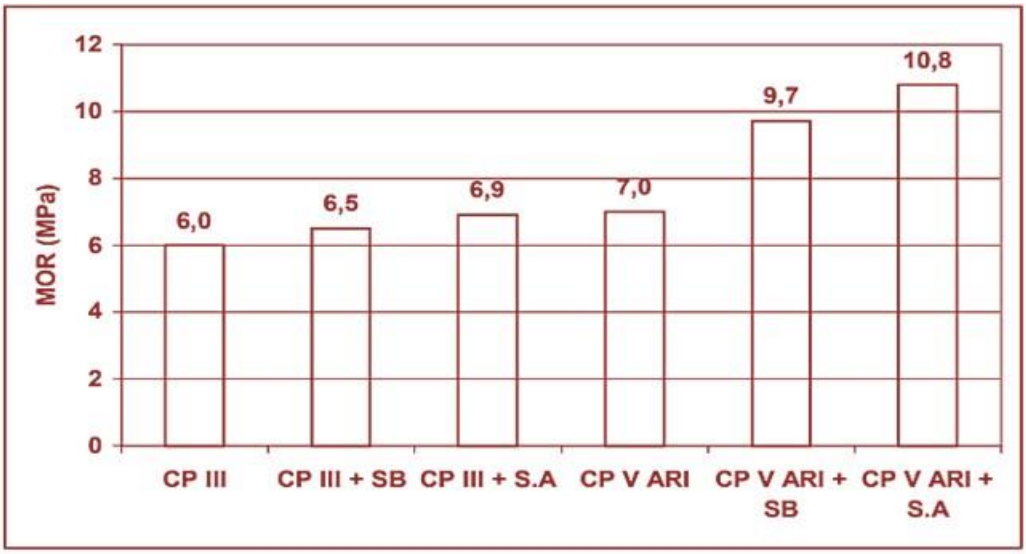
Figura 11. Diferença dos valores do módulo de ruptura {a tração simples dos SIC`s (%)



Fonte: LITHERLAND et al. (1981)

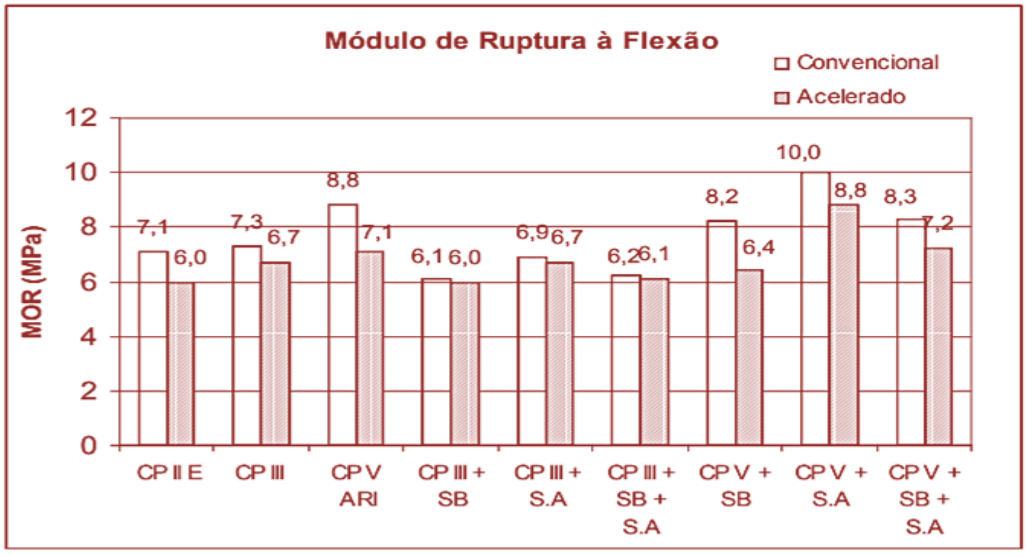
O ensaio à tração simples dos SIC`s demonstrados nesta pesquisa foram extraídos segundo os procedimentos propostos por estudos de LITHERLAND et al. (1981). Os resultados seguem conforme figura 12 e 13.

Figura 12. Valores de módulo de ruptura à flexão para argamassas de CP III sem adição de fibras curtas



Fonte: LITHERLAND et al. (1981)

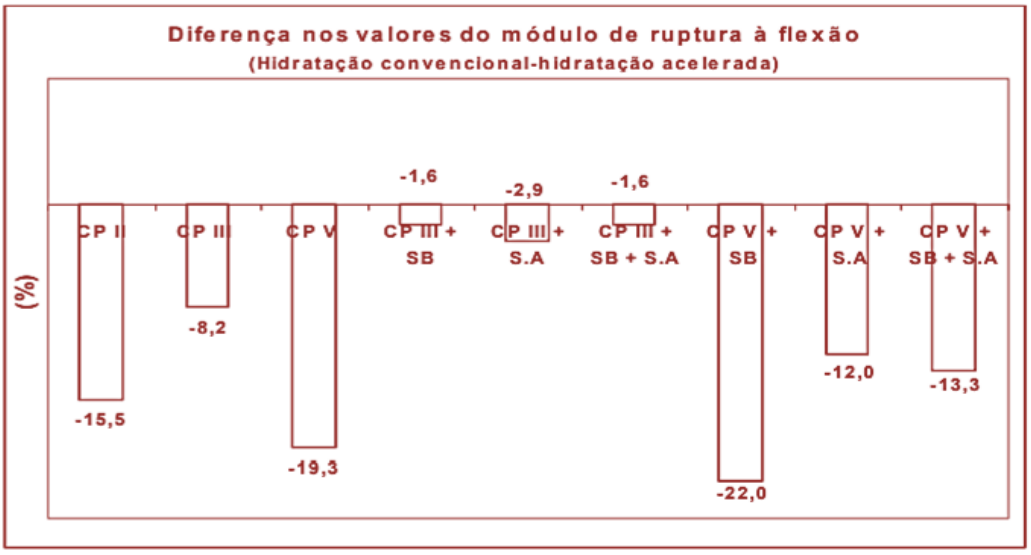
Figura 13. Valores de módulo de ruptura à flexão para compósitos padrão modificados com látex e com adição de sílica ativada



Fonte: LITHERLAND et al. (1981)

Ensaios a flexão de fibras discretas e apresentado como referência para comparação do comportamento das argamassas sem adição de fibras com aquelas reforçadas com fibras de vidro, curtas ou longas na Figura 14.

Imagem 16. Diferença percentual dos valores do módulo de ruptura à flexão das amostras de compósitos padrão, modificados e com adição de sílica ativa, entre o processo de hidratação convencional



Fonte: LITHERLAND et al. (1981)

3.3. AVALIAÇÃO DAS SOLUÇÕES APRESENTADAS PELOS ARTIGOS.

Foram selecionadas as soluções mais eficazes apresentadas pelos artigos de pesquisa mencionados, enfatizando os critérios adotados para minimização dos efeitos da reatividade, através da análise dos dados das propriedades apresentadas na pesquisa. Constatou-se que a modificação com látex e adição de sílica ativa reduzem a intensidade do ataque do meio alcalino Portland a fibra de vidro E. Contudo esse ataque ainda ocorre com grande intensidade, o que demonstra a necessidade de estudos posteriores, testando novos tipos de látex e novos teores de sílica ativa.

Com relação a resistência à compressão segundo (PERUZZI 2002) observou-se que os compósitos padrão com os cimentos CP II e CP III e o compósito com dição de sílica ativa tiveram um ganho de resistência à compressão (9,3%, 5,4% e 2,3%) Esse acréscimo de resistência se deu em razão do processo de cura térmica à pressão atmosférica. Segundo DE MELLO (2000), O aumento da temperatura de cura é uma forma de aumentar a velocidade de hidratação, o que acaba corroborando com dissolução/ precipitação e difusão para que os materiais reajam entre si. Quanto a resistência à compressão dos outros tipos de cimento a reação não obteve resultados significativos em razão da própria composição do cimento já mencionada nesta pesquisa.

Resistência à tração na composição diametral houve uma correspondência no comportamento à compressão axial e à tração na compressão diametral em amostras hidratadas de forma convencional, nas aceleradas observou-se que houve uma queda na resistência. Especificamente nas amostras de CP V ARI modificadas com SB.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentro da respectiva de busca desta pesquisa foram identificados vários estudos que contribuíram como resultado de análise esperado, como dado mais consistente segundo (PERUZZI 2002), pode-se verificar soluções que contornam a reatividade alcalisilica das fibras de vidro no concreto. Além da modificação com látex e adição de sílica ativa na matriz de cimento que reduzem a intensidade do ataque do meio alcalino Portland a fibra de vidro E. esses estudos outros analisados reforçam a importância desse tipo de pesquisa. Por se tratar de matérias de uso constante na Construção Civil e outras áreas de aplicação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo dados apresentados no decorrer deste estudo, e após várias análises compiladas pode-se alcançar o resultado esperado. Contudo, embora os resultados tenham demonstrado a redução do ataque alcalino do uso de fibra de vidro em concreto, tais resultados ainda necessitam de aprofundamento no ponto de vista microestrutural para que esses materiais possam ter seu uso com maior propriedade.

Os resultados apresentados apontam que é de extrema importância o levantamento de soluções a reatividade das fibras, porque a base de uso e de resistência estrutura desse compósito depende a melhoria da resistência das fibras, com a utilização de fibra de vidro do tipo AR ou do preparo da superfície. E a avaliação dos efeitos dessas soluções mencionadas na etapa 3.2, no desempenho mecânico das estruturas puderam ser alcançados e ser consideradas como uma alternativa viável de utilização porque com base nos dados apresentados nos ensaios de resistência a compressão axial, tração na compressão diametral, flexão e tração simples na fibra. E com essas informações foi possível avaliar a reatividade das soluções mais eficazes para o desempenho mecânico, por meio de análise dos dados, isso diminui drasticamente a agressão do meio alcalino e a modificação com látex SB e adição de sílica ativa contribuem com uma redução, mas também evidenciam que esses resultados podem ser maior êxito se estudados no intuito da criação de novos tipos de látex e maiores teores de sílica ativa nas matrizes.

Os dados desta pesquisa puderam demonstram que realmente se faz necessário realizar melhorias na composição do cimento e do concreto para a aplicação desse tipo de material em razão da sua propriedade que apresenta algumas intercorrências quando em contato com outros compostos.

O presente estudo tinha como base de pesquisa o uso de concreto armado com barras de fibra de vidro, o que foi largamente demonstrado em dados e citações de outros trabalhos já executados, mas, com advertência com relação a utilização desse tipo de material que de constante atualização de pesquisa de melhoria.

Como sugestão de estudos futuros podem ser realizados no sentido microestrutural, isso potencializará o entendimento desse fenômeno que ocorre internamente no concreto e poderá ampliar.

REFERÊNCIAS

[1] AMARAL JUNIOR, Josué Coelho. **Avaliação da influência da adição de fibras poliméricas nas propriedades térmicas e mecânicas do concreto**. 2016. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós Graduação em Engenharia de Materiais, Centro Federal de Educação Tecnlógica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

[2] FIGUEIREDO, Antonio Domingues de. **Concreto reforçado com fibras**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

[3] NOBRE, Ermeson Cordeiro et al. Análise das propriedades mecânicas do concreto revestido com manta de fibra de vidro. 2018.

[4] MIOTTO, J. L.; DIAS, A. A. Avaliação experimental de vigas mistas de MLC-Concreto reforçadas com fibras de vidro. **Revista da Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões ISSN**, v. 1646, p. 7078, 2011.

[5] VAZ, Viviane Visnardi et al. Pavimento intertravado de concreto reforçado com fibras de vidro. 2015.

[6] SANTOS, Diego Brenner Freire; DA SILVA ALMEIDA, Igor Gabriel. Estudo Comparativo Entre os Vergalhões de Aço e Polímero Reforçado com Fibra de Vidro. 2022.

[7] BERTON, Kauana Moraes. Investigação teórico-experimental de vigas armadas com barras de polímero reforçado com fibra de vidro (PRFV) mantidas à flexão. 2019.

[8] TEIXEIRA, Bruna de Almeida Carvalho et al. **Avaliação do comportamento de vigas de concreto armadas com barras de fibra de vidro–um estudo experimental**. 2018. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

[9] PERUZZI, Antônio de Paulo. **Comportamento das fibras de vidro convencionais em matriz de cimento Portland modificada com látex e adição de sílica ativa**. 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

[10] DIAS, Lucas Vitoretti, et al. Avaliação da migração de cloretos em compósitos cimentícios de ultra alto desempenho com pó de vidro. *Revista ALCONPAT*, 2021, 11.2: 61-75.

[11] BORGES, Ana Paula Silva Nascentes; MOTTA, Leila Aparecida de Castro; PINTO, Eliane Bernardes. Estudo das propriedades de concretos com adição de fibras vegetais e de polipropileno para uso em paredes estruturais. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 24, 2019.

[12] VASSILOPOULOS, Anastácios (ed.). Previsão de vida em fadiga de compósitos e estruturas compostas. 2019.

[13] BIRON, Michel. Termoplásticos e Compósitos Termoplásticos. Guilherme André, 2018.

[14] COUTO, Iara Andrade. **Análise teórica e experimental do comportamento da aderência entre o concreto e barras de fibra de vidro impregnada por polímero**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

[15] TEIXEIRA, Bruna de Almeida Carvalho et al. **Avaliação do comportamento de vigas de concreto armadas com barras de fibra de vidro–um estudo experimental**. 2018. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

[16] DE FIGUEIREDO, Antonio Domingues. Concreto com fibras. 2005.

[17] VARES, Rhaissa Salamoni. Estudo do reforço à flexão de vigas biapoiadas em concreto armado com barras de fibra de vidro. 2019.

[18] RIBEIRO, Philippe Hypólito Lins Cabral. Realcalinização eletroquímica de estruturas de concreto armado carbonatadas inseridas no meio urbano: influência de características da estrutura no comportamento do tratamento. 2009.

[19] PERUZZI, Antônio de Paulo. Estudo das alternativas de uso da fibra de vidro sem características álcali resistente em elementos construtivos de cimento Portland. 2007. PhD Thesis. Universidade de São Paulo.

[20] DE OLIVEIRA, José Luiz Antunes, et al. RIEM: Revista IBRACON de Estruturas e Materiais= IBRACON Structures and Materials Journals. 2010.

[21] BRUNER, AJ; BLACKMAN, BRK; DAVIES, Pedro. Um relatório de status sobre testes de resistência à delaminação de compósitos polímero-matriz. Engineering Fracture Mechanics, 2008, 75.9: 2779-2794.

[22] WANG, Xin, et al. Impressão 3D de compósitos de matriz polimérica: uma revisão e prospectiva. Composites Part B: Engineering , 2017, 110: 442-458.

[23] HERRERA-FRANCO, PJp; VALADEZ-GONZALEZ, A. Estudo das propriedades mecânicas de compósitos reforçados com fibras naturais curtas. *Composites Part B: Engineering*, 2005, 36.8: 597-608.

[24] LI, Victor C. Da micromecânica à engenharia estrutural o projeto de compósitos cimentícios para aplicações em engenharia civil. Doboku Gakkai Ronbunshu, 1993, 1993.471: 1-12.

[25] RIBEIRO, D. V.; RIBEIRO, D. Corrosão e degradação em estruturas de concreto. Teoria, controle e técnicas de análise e intervenção. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2018.

[26] SILVA, Fernanda Afonso. UTILIZAÇÃO DO AÇO CORTADO E DOBRADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL. CONSTRUINDO, 2020, 12.1: 79-96.

[27] DOS SANTOS, Gustavo Pagliari Valerio, et al. Avaliação de Resultados de Ensaios à Tração de Vergalhões de Fibra de Vidro e de Aço para o Uso no Grampeamento da Frente de Escavação de Túneis em Maciços Terrosos. 2016.

[28] DA ROCHA CORTEZ, Lucas Azevedo, et al. Uso das estruturas de aço no Brasil. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS, 2017, 4.2: 217-217.

[29] CATEB, Lucas Carvalho, et al. Concreto com armadura de fibra de vidro. 2011.

@editorapoisson

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

https://www.facebook.com/editorapoisson